

**GEOLOGI DAN STUDI FASIES BATUPASIR VULKANIK
FORMASI SEMILIR,
DAERAH KALITEKUK DAN SEKITARNYA
KECAMATAN SEMIN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

OLEH :

DHANY SARTIKA

111.060.089



**JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA**

2011

**GEOLOGI DAN STUDI FASIES BATUPASIR VULKANIK
FORMASI SEMILIR,
DAERAH KALITEKUK DAN SEKITARNYA
KECAMATAN SEMIN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

OLEH :

DHANY SARTIKA

111.060.089

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geologi

Yogyakarta, September 2011

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Prof.Dr.Ir. Sutanto, DEA.

Dr.Ir. C. Prasetyadi,

M.Sc.

**NIP. 19540907 198301 1 001
001**

NIP. 19581104 1987030 1

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Geologi

Ir. H. Sugeng Raharjo, M.T.

NIP. 19581208 199203 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah S.W.T, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, yang berjudul **“Geologi dan Studi Fasies Batupasir Vulkanik Formasi Semilir Daerah Kalitekuk dan Sekitarnya, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”**. Pelaksanaan skripsi diajukan sebagai syarat akademik guna menyelesaikan jenjang Strata (S1) pada Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari peran dan dukungan serta motivasi dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, Bapak **Edy Poernomo** dan Ibu **Heri Ekawati Rahayu** yang tak henti-hentinya membantu dukungan doa, moril dan materiil untuk terwujudnya cita-cita penulis.
2. **Prof.DR.Ir. Sutanto, DEA** dan **Dr.Ir. C. Prasetyadi, M.Sc** selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
3. **Ir. Sugeng Raharjo, M.T** selaku Ketua Jurusan Teknik Geologi.
4. **Sahabat Pemetaan Pegunungan Selatan, Sahabat Home Maguwo** serta **Pangea '06** dan seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca agar tercapainya kesempurnaan dalam penulisan ilmiah berikutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna untuk dipahami bagi para pembaca pada umumnya dan bagi mahasiswa pada khususnya serta dapat dikembangkan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, Oktober 2011
Penulis

Dhany Sartika

**GEOLOGI DAN STUDI FASIES BATUPASIR VULKANIK
FORMASI SEMILIR, DAERAH KALITEKUK DAN SEKITARNYA
KECAMATAN SEMIN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Oleh :

DHANY SARTIKA

111.060.089

SARI

Daerah penelitian terletak \pm 65 km sebelah tenggara Kota Yogyakarta, secara administratif termasuk dalam wilayah Desa Kalitekuk dan sekitarnya, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara astronomis terletak pada Zone 49 UTM (Universal Transverse Mercator) posisi koordinat X1: 464737; Y1: 9129909; X2: 469737, dan Y2: 9135909, yang tercakup dalam lembar Cawas, Yogyakarta. Lembar peta nomor 1408-314 dengan skala 1 : 25.000, dengan luas daerah penelitian 30 km².

Secara geomorfik, daerah penelitian dibagi menjadi dua satuan bentukan asal, yaitu bentukan asal struktural subsatuan geomorfik Perbukitan Homoklin (S1), subsatuan geomorfik Perbukitan Antiklin (S2), subsatuan geomorfik Perbukitan Sinklin (S3) dan subsatuan geomorfik Lembah Sinklin (S4). Bentukan asal fluvial subsatuan geomorfik Tubuh Sungai (F1) dan subsatuan geomorfik Dataran Aluvial (F2). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu *subdendritik*, *angulate* dan *trellis*.

Pada daerah penelitian, stratigrafi terdiri dari empat satuan batuan. Dari tua ke muda yaitu Satuan Batupasir Vulkanik Semilir berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, Satuan Breksi Nglanggran berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, Satuan Batugamping Kepek berumur Miosen Akhir – Pliosen Awal, Satuan Pasir Lepas (Holosen). Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian antara lain sesar mendatar Kali Lunyu, sesar mendatar Bendung serta terdapat lipatan yakni antiklin Kalangan, antiklin Tapansari, sinklin Batusari dan sinklin Gudang.

Fasies pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir terdiri dari 4 asosiasi fasies turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya, yakni *Classical Turbidites* (CT), *Massive Sandstone* (MS), *Conglomerates* (CGL) dan *Pebbly Sandstone* (PS). Asosiasi *Classical Turbidites* (CT) yaitu dengan ciri adanya penebalan ke atas, munculnya sikuen Bouma(1962) interval Ta – Te. Fasies *Massive Sandstone* (MS) berupa singkapan batupasir berukuran sedang hingga sangat kasar dengan tebal lebih dari 50cm, hadirnya asosiasi endapan klastika kasar *Conglomerates* (CGL) dengan ukuran butir sampai kerakal dan *Pebbly Sandstone* (PS) atau batupasir kerikilan dengan struktur sedimen *graded bedding*. Maka Satuan Batupasir Vulkanik Semilir terendapkan pada fasies *Suprafan Lobes on Mid Fan* (Walker, 1978).

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Sari.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Foto.....	ix
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Tabel.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah.....	3
1.5 Hasil Penelitian.....	8
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
1.7 Batasan Penelitian.....	8
1.8 Studi pustaka.....	9
1.8.1 Geologi.....	9
1.8.2 Studi Khusus.....	9
1.9 Metodologi Penelitian.....	10
1.9.1 Tahap Persiapan.....	10
1.9.2 Tahap Penelitian dan Pengambilan Data Lapangan.....	12
1.9.3 Tahap Analisis Data dan Pembuatan Laporan.....	13
BAB 2 GEOLOGI REGIONAL PEGUNUNGAN SELATAN.....	16
2.1 Fisiografi zona pegunungan Selatan.....	16
2.2 Kerangka Struktur.....	18
2.3 Stratigrafi Regional.....	23
2.3.1 Stratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Barat.....	23
BAB 3 GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.....	28
3.1 Geomorfologi.....	28
3.1.1 Dasar Pembagian Bentuk Lahan.....	28
3.1.2 Pola Pengaliran dan Stadia Erosi.....	30
3.1.3 Geomorfologi Daerah Penelitian.....	30
3.1.3.1 Satuan Geomorfik Bentukan Asal Struktural.....	34
3.1.3.1.1 Subsatuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (S1).....	35

3.1.3.1.2	Subsatuan Geomorfik Perbukitan Antiklin (S2).....	35
3.1.3.1.3	Subsatuan Geomorfik Perbukitan Sinklin (S3).....	35
3.1.3.1.4	Subsatuan Geomorfik Lembah Sinklin (S4).....	35
3.1.3.2	Satuan Geomorfik Bentuk Asal Fluvial.....	41
3.1.3.2.1	Subsatuan Geomorfik Tubuh Sungai (F1).....	41
3.1.3.2.2	Subsatuan Geomorfik Dataran Aluvial (F2).....	41
3.2	Stratigrafi Daerah Telitian	43
3.2.1	Satuan Batupasir Vulkanik Semilir.....	45
3.2.1.1	Litologi.....	45
3.2.1.2	Penyebaran.....	50
3.2.1.3	Umur.....	50
3.2.1.4	Lingkungan Pengendapan.....	51
3.2.1.5	Hubungan Stratigrafi.....	52
3.2.2	Satuan Breksi Nglanggran.....	53
3.2.2.1	Litologi.....	53
3.2.2.2	Penyebaran.....	53
3.2.2.3	Umur.....	53
3.2.2.4	Lingkungan Pengendapan.....	54
3.2.2.5	Hubungan Stratigrafi.....	54
3.2.3	Satuan Batugamping Kepek.....	57
3.2.3.1	Litologi.....	57
3.2.3.2	Penyebaran.....	57
3.2.3.3	Umur.....	57
3.2.3.4	Lingkungan Pengendapan.....	58
3.2.3.5	Hubungan Stratigrafi.....	58
3.2.4	Satuan Pasir Lepas.....	62
3.2.4.1	Litologi.....	62
3.2.4.2	Penyebaran.....	62
3.2.4.3	Umur.....	62
3.2.4.4	Hubungan Stratigrafi.....	62
3.3	Struktur Geologi.....	64
3.3.1	Struktur Kekar.....	67
3.3.2	Struktur Sesar.....	69
3.3.2.1	Struktur Sesar Mendatar Kali Lunyu.....	69
3.3.2.2	Struktur Sesar Mendatar Bendung.....	69
3.3.3	Struktur Lipatan.....	71

	3.3.3.1	Struktur Antiklin Kalangan.....	71
	3.3.3.2	Struktur Antiklin Tapansari.....	72
	3.3.3.3	Struktur Sinklin Batusari.....	72
	3.3.3.4	Struktur Sinklin Gudang.....	73
	3.4	Sejarah Geologi.....	74
BAB	4	STUDI FASIES BATUPASIR VULKANIK SEMILIR.....	76
	4.1	Dasar Teori.....	76
	4.1.1	Pengertian Fasies dan Arus Turbidit.....	76
	4.1.2	Fasies Turbidit.....	80
	4.1.3	Fasies Turbidit Mutti (1992).....	82
	4.1.4	Kipas Bawah Laut (Sub Marine Fan).....	87
	4.1.5	Arus Turbidit Moore (1969).....	88
	4.2	Analisa Fasies Batupasir Vulkanik Formasi Semilir.....	90
	4.2.1	Profil Daerah Bendung.....	92
	4.2.1.1	Lokasi.....	92
	4.2.1.2	Litologi.....	92
	4.2.1.3	Interpretasi fasies.....	93
	4.2.2	Profil Kali Lunyu, Desa Kalitekuk.....	97
	4.2.2.1	Lokasi.....	97
	4.2.2.2	Litologi.....	97
	4.2.2.3	Interpretasi fasies.....	98
	4.2.3	Profil Tapansari, Desa Watusigar.....	106
	4.2.3.1	Lokasi.....	106
	4.2.3.2	Litologi.....	106
	4.2.3.3	Interpretasi fasies.....	106
	4.2.4	Profil Joho, Desa Kalitekuk.....	110
	4.2.4.1	Lokasi.....	110
	4.2.4.2	Litologi.....	110
	4.2.4.3	Interpretasi fasies.....	111
	4.2.5	Profil Gelaran, Desa Kampung Kidul.....	116
	4.2.5.1	Lokasi.....	116
	4.2.5.2	Litologi.....	116
	4.2.5.3	Interpretasi fasies.....	116
	4.1.6	Fasies Endapan Turbidit dan endapan Klastik Kasar asosoasinya Daerah Penelitian.....	119
	4.3	Potensi Geologi.....	122
	4.3.1	Potensi Geologi Positif.....	122
	4.3.1.1	Penambangan Batu.....	122
	4.3.2	Potensi Geologi Negatif.....	124
	4.3.2.1	Tanah Longsor.....	124
BAB	5	KESIMPULAN.....	125

DAFTAR PUSTAKA.....	128
---------------------	-----

LAMPIRAN A :

1. Hasil Analisa Mikropaleontologi
2. Hasil Analisa Petrografi
3. Hasil Analisa Struktur
4. Data Lapangan

LAMPIRAN B:

1. Peta Lintasan
2. Peta Geomorfologi
3. Peta Geologi
4. Penampang Stratigrafi Terukur

DAFTAR FOTO

Foto 3.1	Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Jambu, Desa Kampung Kidul.....	37
Foto 3.2	Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Candi, Desa Kampung Kidul.....	37
Foto 3.3	Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Gelaran, Desa Kampung Kidul.....	38
Foto 3.4	Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan perbukitan sinklin (S3), foto diambil pada daerah Jambu, Desa kampung Kidul.....	38
Foto 3.5	Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Jurangjero, Desa Kampung Kidul.....	39
Foto 3.6	Subsatuan geomorfik perbukitan sinklin (S3) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Candi, Desa Kampung Kidul.....	39
Foto 3.7	Subsatuan geomorfik perbukitan antiklin (S2), foto diambil pada daerah Tapansari, Desa Watusigar.....	40
Foto 3.8	Subsatuan geomorfik tubuh sungai (F1) dan dataran aluvial (F2), foto diambil pada Jembatan di atas Sungai Oyo, daerah Randusari, Desa Watusigar.....	42
Foto 3.9	Subsatuan geomorfik dataran aluvial (F2) foto diambil pada daerah Randusari, Desa Watusigar.....	42
Foto 3.10	Foto diambil pada Lp-115, Daerah Kali Lunyu di Desa Kalitekuk. Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa silang siur (merupakan <i>classical turbidite</i> , pada klasifikasi <i>facies turbidite</i> , Walker,1973).....	46

Foto 3.11 Foto diambil pada Lp-10, Desa Kampung Kidul, Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan <i>masif sandstone</i> , pada klasifikasi <i>facies turbidite</i> , Walker,1973).....	47
Foto 3.12 Foto diambil pada Lp-114, Daerah Kali Lunyu di Desa Kalitekuk. Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Menunjukkan penebalan ke atas. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan <i>classical turbidite</i> , pada klasifikasi <i>facies turbidite</i> , Walker,1973).....	47
Foto 3.13 Foto diambil pada Lp-116, Daerah Kali Lunyu di Desa Kalitekuk. Breksi polimik yang menunjukkan struktur sedimen perlapisan bersusun, semakin ke atas menunjukkan batupasir vulkanik krikilan. (merupakan <i>conglomerates-pebbly sandstone</i> , pada klasifikasi <i>facies turbidite</i> , Walker,1973).....	48
Foto 3.14 Foto diambil pada Lp-77, Daerah Kali Joho di Desa Kalitekuk. Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Kehadiran sikuen bouma lengkap mulai dari T-a sampai T-e. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan <i>classical turbidite</i> , pada klasifikasi <i>facies turbidite</i> , Walker,1973).....	49
Foto 3.15 Foto diambil pada Lp-45, di Desa Semin. Batupasir vulkanik kerikilan dengan semen gampingan, ukuran butir pasir sedang sampai kerikil, agak membundar, sortasi buruk, kemas terbuka.....	49
Foto 3.16 Foto diambil pada Lp-110, Daerah Kali Gelaran di Desa Kampung Kidul. Singkapan Satuan Breksi Nglanggran, merupakan breksi monomik dengan fragmen berupa andesit.....	55

Foto 3.17 Kontak Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan Satuan Breksi Nglanggran. Foto diambil pada Lp-112, arah kamera ke barat daya.....	56
Foto 3.18 Foto diambil pada Lp-62, Daerah Ngelo Lor di Desa Kalitekuk. Perlapisan yang baik antara kalkarenit dan kalsilutit.....	59
Foto 3.19 Foto diambil pada Lp-89, Daerah Kepek di Desa Watusigar, singkapan berada di Kali oyo. Perlapisan yang baik antara kalkarenit dan kalsilutit.....	60
Foto 3.20 Kontak Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan Satuan Batugamping Kepek. Foto diambil pada Lp-98, arah kamera ke barat.....	61
Foto 3.21 Dataran aluvial berada pada bagian selatan daerah penelitian Daerah Kepek, Desa Watusigar.....	63
Foto 3.22 Dataran aluvial berada pada bagian selatan daerah penelitian, Daerah Randusari, Desa Watusigar.....	63
Foto 3.23 Satuan Pasir Lepas yang sebagian besar terdiri atas pasir, kerikil, bongkah dan lempung.....	63
Foto 3.24 Kenampakan kekar pada LP 70 sebagai struktur penyerta pada daerah telitian, arah umum dari kekar ini adalah N353° E/84° dan N038° E/62°, kekar pada batupasir vulkanik gampingan, kamera menghadap ke arah utara.....	67
Foto 3.25 Kenampakan kekar pada LP 48 sebagai struktur penyerta pada daerah telitian, arah umum dari kekar ini adalah N358°E/76° dan N060°E/62°, kekar pada batupasir kerikilan, kamera menghadap ke arah utara.....	68
Foto 3.26 Foto diambil pada Desa Bendung Lp-48, pada singkapan breksi dan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Sesar Mendatar Kiri Bendung.....	70

Foto 3.27	Foto diambil pada Desa Bendung Lp-57, pada singkapan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Antiklin kalangan, didapatkan antiklin dengan arah umum barat –timur.....	71
Foto 3.28	Foto diambil pada Desa Watusigar Lp-94, pada singkapan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Antiklin kalangan, didapatkan antiklin dengan arah umum barat –timur.....	72
Foto 4.1	Foto diambil pada Lp-48 Desa Bendung, Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N054°E/43°, arah kamera N234°E.....	95
Foto 4.2	Foto diambil pada Lp-48 Desa Bendung, Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. (A) Singkapan batupasir vulkanik dengan struktur sedimen <i>graded bedding</i> yang merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978). (B) Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma). (C) Batulempung (merupakan interval e, pada sikuen bouma). (D) Batupasir vulkanik kerikilan. (E) Batupasir vulkanik kerakalan merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978). (F) Pada foto diatas menunjukkan breksi polimik dengan ukuran butir kerikil – bongkah yang merupakan <i>conglomerates</i> (Walker,1978).....	96
Foto 4.3	(A) Foto diambil pada Lp-114 daerah Kali Lunyu Desa Kalitekuk, Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N083°E/24°, arah kamera N175°E. (B) Batupasir vulkanik kerikilan merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978). (C) kenampakan struktur sedimen laminasi pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma).....	101
Foto 4.4	(A) Foto diambil pada Lp-115 daerah Kali Lunyu Desa Kalitekuk, Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung, batupasir kerikilan dan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N081°E/24°, arah kamera N181°E. (B dan C) Batupasir	

	vulkanik kerikilan merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978).....	102
Foto 4.5	(A) Foto singkapan diambil pada Lp-116, arah kamera N182°E, dengan kedudukan lapisan batuan N081°E/24°.....	103
Foto 4.6	Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma). (B.) Batulempung (merupakan interval e, pada sikuen bouma).....	104
Foto 4.7	Singkapan pada Lp-116, batupasir vulkanik kerakalan dengan struktur sedimen <i>graded bedding</i> yang merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978), semakin keatas terdapat litologi breksi polimik yang merupakan <i>conglomerates</i> (Walker,1978) yang mengindikasikan endapan <i>channel</i>	104
Foto 4.8	(A) Singkapan batupasir vulkanik dengan struktur sedimen <i>graded bedding</i> yang merupakan <i>pebbly sandstone</i> (Walker,1978), (B) singkapan breksi polimik yang merupakan <i>conglomerates</i> dengan ukiran butir kerikil – bongkah (Walker,1978).....	105
Foto 4.9	Lokasi singkapan pada Lp-116, kedudukan lapisan batuan N081°E/24°, arah kamera N018°E, merupakan singkapan batupasir vulkanik dan breksi polimik dimana pada bagian atas batupasir vulkanik dijumpai hasil erosi akibat penggerusan arus turbid.....	105
Foto 4.10	(A) Foto singkapan diambil pada Lp-94, arah kamera N322°E, dengan kedudukan lapisan batuan N234°E/19°. (B) kenampakan perselingan batupasir vulkanik dan batulempung.....	108
Foto 4.11	(A) Lokasi singkapan pada Lp-94, arah kamera N322°E, dengan kedudukan lapisan batuan N234°E/19°. (B) kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir sedang (merupakan interval d, pada sikuen bouma).....	109

Foto 4.12 Foto diambil pada Lp-77 Daerah Joho Desa Kalitekuk kebun warga. Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N052°E/6°, arah kamera N096°E.....	112
Foto 4.13 (A) Kenampakan struktur sedimen laminasi bergelombang, pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval c, pada sikuen bouma). (B) Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval d, pada sikuen bouma).....	113
Foto 4.14 (A) Kenampakan struktur sedimen <i>graded bedding</i> , pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval a, pada sikuen bouma). (B) Foto batupasir vulkanik gampingan berbutir sedang, dijumpai hasil erosi akibat penggerusan arus turbid (lihat garis kuning).....	114
Foto 4.15 Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yaitu perselingan antara batupasir vulkanik dan batulempung pada Lp-78. Kedudukan lapisan batuan N064°E/13°, arah kamera N195°E, terlihat adanya lapisan berupa penebalan ke atas.....	115
Foto 4.16 (A) Foto diambil pada Lp-10, Daerah Gelaran, Desa Kampung Kidul, terletak di samping rumah warga. Singkapan batupasir vulkanik yang merupakan <i>massive sandstone</i> (Walker,1978), (B.) Kenampakan struktur sedimen laminasi.....	118
Foto 4.17 Penambangan batupasir vulkanik yang digunakan warga sebagai bahan bangunan, berada di bagian utara lokasi penelitian yaitu Lp-2 Desa Kampung Kidul, X: 465451, Y:9135763 arah kamera menghadap ke utara.....	123

Foto 4.18 Gerakan tanah yang terjadi pada barat daerah penelitian (berada di luar kapling daerah penelitian) dengan koordinat X:462786 ; Y:9136040, Arah kamera N 097⁰ E. Gerakan tanah yang terjadi adalah tipe translasi, longsoran massa tanah bergerak dengan bidang luncur yang relatif datar, massa tanah yang bergerak menumpuk di bagian bawah.....

124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Batas daerah penelitian, daerah Kalitekuk dan sekitarnya, Ngawen, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.....	5
Gambar 1.2 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1: 25.000, Lembar 1408-314 Cawas.....	5
Gambar 1.3 Batas daerah penelitian, daerah Kalitekuk dan sekitarnya, Ngawen, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Sumber : Google Earth 2011, tanpa skala).....	6
Gambar 1.4 Peta topografi daerah penelitian.....	7
Gambar 1.5 Bagan Alir Penelitian.....	15
Gambar 2.1 Fisiografi Pulau Jawa (modifikasi dari Van Bemmelen,1949)..	17
Gambar 2.2 Rekonstruksi perkembangan tektonik Pulau Jawa (Prasetyadi,2007).....	22
Gambar 2.3 Kolom Stratigrafi Pegunungan Selatan, Jawa Tengah (Surono, <i>et al.</i> 1992) dan penarikan umur absolut menurut peneliti terdahulu.....	27
Gambar 3.1 A. Pola pengaliran ubahan <i>subdendritik</i> , B. Pola pengaliran ubahan <i>angulate</i> , C. Pola pengaliran dasar <i>trellis</i> (A.D.Howard,1967).....	32
Gambar 3.2 Peta pola pengaliran daerah penelitian.....	33
Gambar 3.3 Stratigrafi daerah penelitian.....	44
Gambar 3.4 Diagram klasifikasi sesar menurut Rickard, 1972.....	65
Gambar 3.5 Unsur –unsur lipatan. (Twiss, R. J. and Moore, 1992).....	66

Gambar 4.1 Sikuen turbidit Bouma ' 62, memperlihatkan struktur sedimen, ukuran butir dan kondisi pengendapan.....	78
Gambar 4.2 Klasifikasi proses-proses arus densitas (Middleton & Hampton, 1973).....	79
Gambar 4.3 Diagram hubungan antara transport sedimen dan variasi jarak (Kelling & Stanley, 1976).....	80
Gambar 4.4 Genesa Fasies Turbidit (Walker, 1978).....	81
Gambar 4.5 Hipotesa Sikuen kipas bawah laut yang dapat berkembang selama proses progradasi kipas bawah laut (Walker, 1978).....	82
Gambar 4.6 Fasies Turbidit dan proses – proses yang terkait (Mutti, 1992)..	87
Gambar 4.7 Peta lokasi persebaran lintasan profil pada daerah penelitian.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Rencana Kerja.....	14
Tabel 3.1 Pembagian klasifikasi kelerengan menurut Van Zuidam, (1979).....	29
Tabel 3.2 Klasifikasi lipatan berdasarkan <i>dip</i> dari sumbu lipatan dan <i>plunge</i> dari <i>hinge line</i> (Fluety, 1964).....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sesuai dengan kurikulum Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, mahasiswa yang akan menempuh gelar sarjana yaitu program pendidikan S-1 diwajibkan melakukan skripsi. Topiknya diambil sesuai dengan apa yang pernah didapatkan pada saat kuliah. Seiring dengan perkembangan kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan yang ada di dunia pekerjaan, maka pihak jurusan memberikan kesempatan kepada setiap mahasiswa untuk memilih skripsi dengan melakukan pemetaan geologi atau dengan melakukan studi khusus disuatu instansi atau perusahaan tertentu yang berkaitan dengan ilmu geologi, dalam hal ini penulis melakukan pemetaan geologi dengan studi khusus yaitu fasies batupasir vulkanik pada Formasi Semilir.

Daerah penelitian termasuk dalam fisiografi zona Pegunungan Selatan (Van Bemmelen, 1949). Pegunungan Selatan memiliki kondisi geologi yang menarik untuk diteliti, baik keragaman batuan, struktur geologi, morfogenesis serta sejarah geologinya yang sangat menarik untuk dipelajari. Menurut Surono (2009), batuan penyusun Pegunungan Selatan sebagian besar terdiri dari batuan hasil kegiatan gunung api dan sedimen karbonat. Litostratigrafi Pegunungan Selatan dapat dibagi dalam 3 periode : periode pravulkanisme, periode vulkanisme, dan periode pascavulkanisme atau periode karbonat.

Dalam penelitian ini, ahli geologi berperan penting dalam interpretasi terhadap morfologi dan proses-prosesnya, struktur geologi yang berpengaruh pada daerah penelitian, stratigrafi batuan penyusunnya, lingkungan pengendapan dimana batuan tersebut terbentuk serta membedakan fasies dan asosiasinya. Hal ini tidak lepas kaitannya dengan kenyataan yang ada di lapangan dan merupakan faktor-faktor yang kemudian mendasari pemikiran geologi bagi penulis untuk melakukan penelitian dalam usaha merekonstruksi kejadian geologi yang pernah terjadi di daerah Pegunungan Selatan dengan judul : **Geologi dan Studi Fasies Batupasir Vulkanik**

Formasi Semilir Desa Kalitekuk Dan Sekitarnya Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian, yaitu:

a. Geomorfologi

Permasalahan yang timbul adalah mengenai pembagian satuan geomorfik pada daerah telitian, Satuan geomorfologi sebagai satuan peta geomorfologi mencerminkan runtunan aspek morfologi (relief), proses (genetik) dan litologi (material penyusun) yang dipakai sebagai dasar klasifikasi geomorfologi.

b. Struktur Geologi

Permasalahan struktur geologi yang berkembang di daerah telitian, seperti kekar, sesar dan lipatan sehingga penulis dapat menentukan hubungan antara pengaruh pola struktur geologi dengan keadaan sekarang.

c. Paleontologi

Permasalahan yang timbul dalam hal ini adalah mengenai umur – umur relatif batuan dari setiap formasi pada daerah penelitian, dan mengetahui kedalaman (zona bathymetri) suatu formasi.

d. Stratigrafi

Permasalahan yang timbul dalam hal ini adalah mengenai stratigrafi daerah telitian, berdasarkan lingkungan pengendapan, fasies dan penyebarannya. Disamping itu juga mengenai batas penyebaran litologi, seperti kontak antara dua satuan batuan yang dapat berupa batas tegas maupun berangsur, serta hubungan antar formasi, apakah memiliki hubungan yang selaras, tidak selaras, atau beda fasies.

Sehubungan dengan judul penelitian **“Geologi dan Studi Fasies Batupasir Vulkanik Formasi Semilir Desa Kalitekuk dan Sekitarnya Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”** adapun topik masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

- a. Penelitian ini dibatasi hanya pada Formasi Semilir daerah Kaliteuk dan Sekitarnya Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- b. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fasies turbidit dan endapan – endapan klastik kasar asosiasinya pada Formasi Semilir berdasarkan aspek fisik, kimia, dan biologi.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penulis melakukan penelitian ini adalah untuk dapat mempelajari dan mengetahui keadaan geologi daerah penelitian, meliputi keragaman dan penyebaran satuan batuan, geomorfologi, struktur geologi, stratigrafi, serta lingkungan pengendapan.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari karakteristik fasies pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yang berguna dalam menyusun urutan sedimentasi serta mengetahui perkembangan perubahan lingkungan pengendapan yang pernah terjadi dari waktu ke waktu yang diketahui dari beberapa aspek, yaitu aspek fisik, kimia, dan biologi.

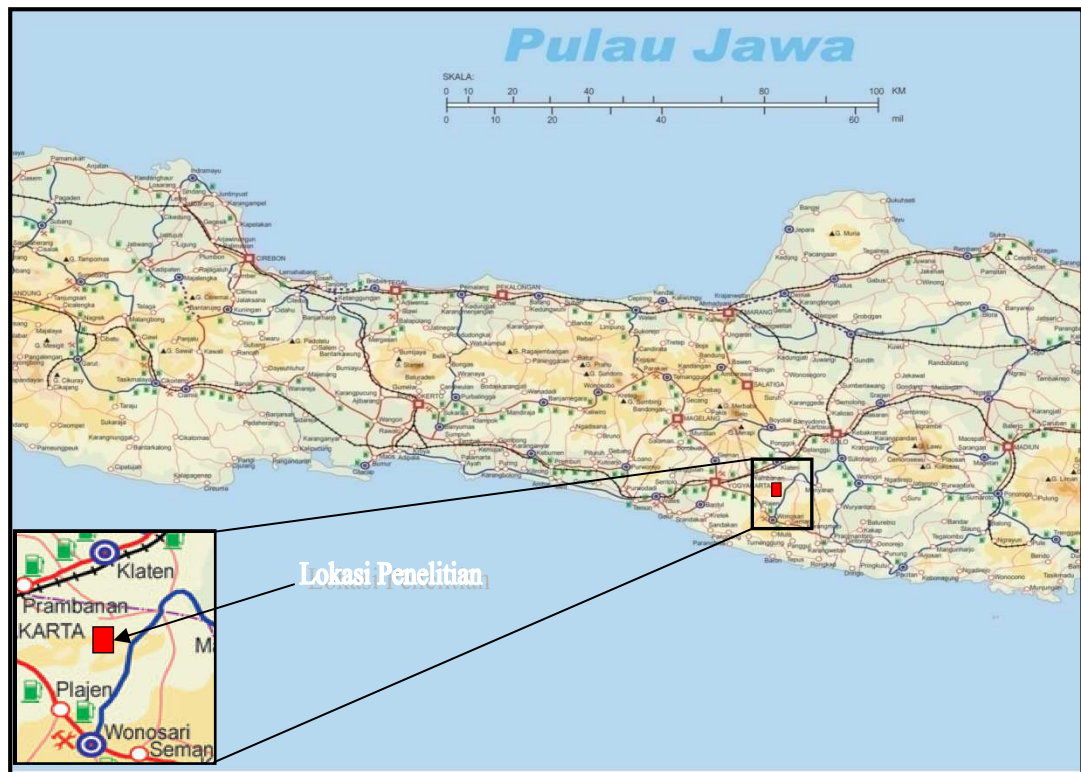
1.4 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah

Lokasi daerah penelitian kurang lebih 65 kilometer dari Kota Yogyakarta (**Gambar 1.1**), secara administrasi daerah penelitian berlokasi di beberapa desa , antara lain Desa Bendung, Desa Kaliteuk, Desa Watusigar dan Desa Kampung Kidul. Selain itu, daerah penelitian termasuk dalam dua kecamatan, yakni Kecamatan Ngawen dan Kecamatan Semin. Yang terletak di Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara astronomis, daerah survei geologi terletak di Zone 49 UTM (Universal Transverse Mercator) posisi koordinat X1: 464737; Y1: 9129909; X2: 469737, dan Y2: 9135909. Dengan luas daerah penelitian adalah 30 km². Daerah penelitian termasuk dalam Peta Rupa Bumi Indonesia Digital skala 1: 25.000 Lembar 1408-314 Cawas (**Gambar 1.2**). Batas administratif daerah penelitian, daerah utara berbatasan dengan Kecamatan Bayat Kabupaten Klaten, daerah selatan berbatasan dengan Desa Katongan Kecamatan Semin yang terletak di selatan Sungai Oyo,

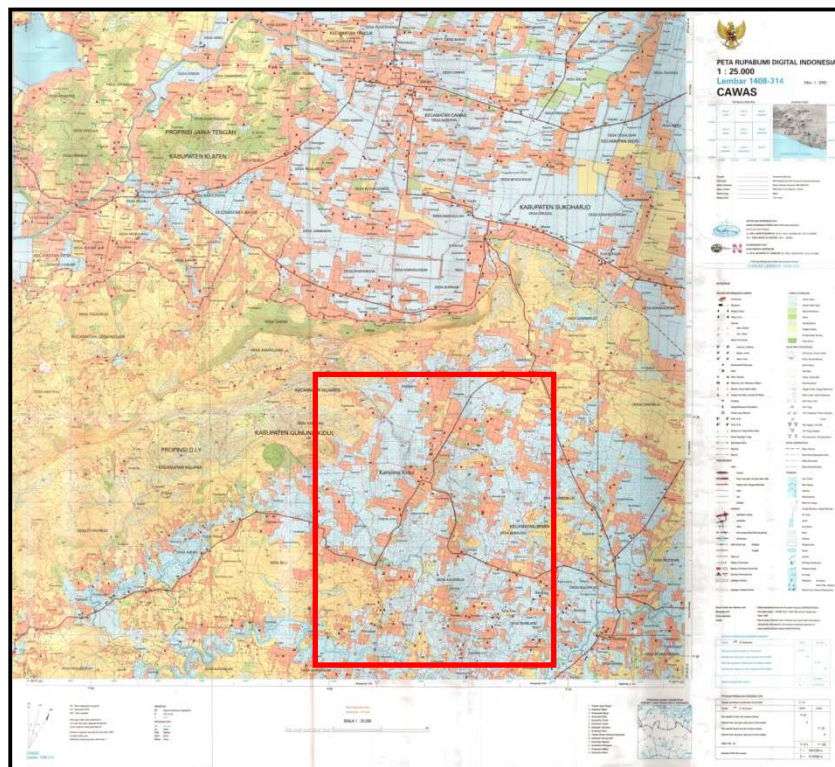
wilayah barat berbatasan dengan Kecamatan Nglipar, dan bagian Timur berbatasan dengan desa Candirejo Kecamatan Semin .

Akses jalan menuju lokasi penelitian dari Kota Yogyakarta relatif mudah diakses, karena untuk menuju ke daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan sepeda motor, mobil serta bus. Perjalanan dari Yogyakarta ke daerah penelitian kurang lebih 1,5 jam, melalui jalan Jogja - Wonosari, kemudian sampai di persimpangan arah ke Nglipar, kearah timur hingga sampai di Kecamatan Semin, atau dapat juga melalui jalan lain yaitu dari Yogyakarta, ke arah jalan Solo - Klaten, Setelah sampai di daerah Srowot kemudian menuju Kecamatan Wedi – Kecamatan Bayat dan dilanjutkan kearah selatan menuju Kecamatan Ngawen dan dilanjutkan ke timur menuju Kecamatan Semin. Namun, beberapa akses jalan di lokasi penelitian tidak dapat dilalui dengan kendaraan, karena tidak semua jalan beraspal, sehingga untuk melakukan pengamatan lapangan dilakukan dengan berjalan kaki dan mengendarai sepeda motor apabila jalan memungkinkan untuk dilalui. Jalan di daerah penelitian didominasi oleh jalan aspal, semen dan jalan setapak. Akses jalan yang menghubungkan antara kecamatan satu dengan lainnya adalah jalan beraspal.

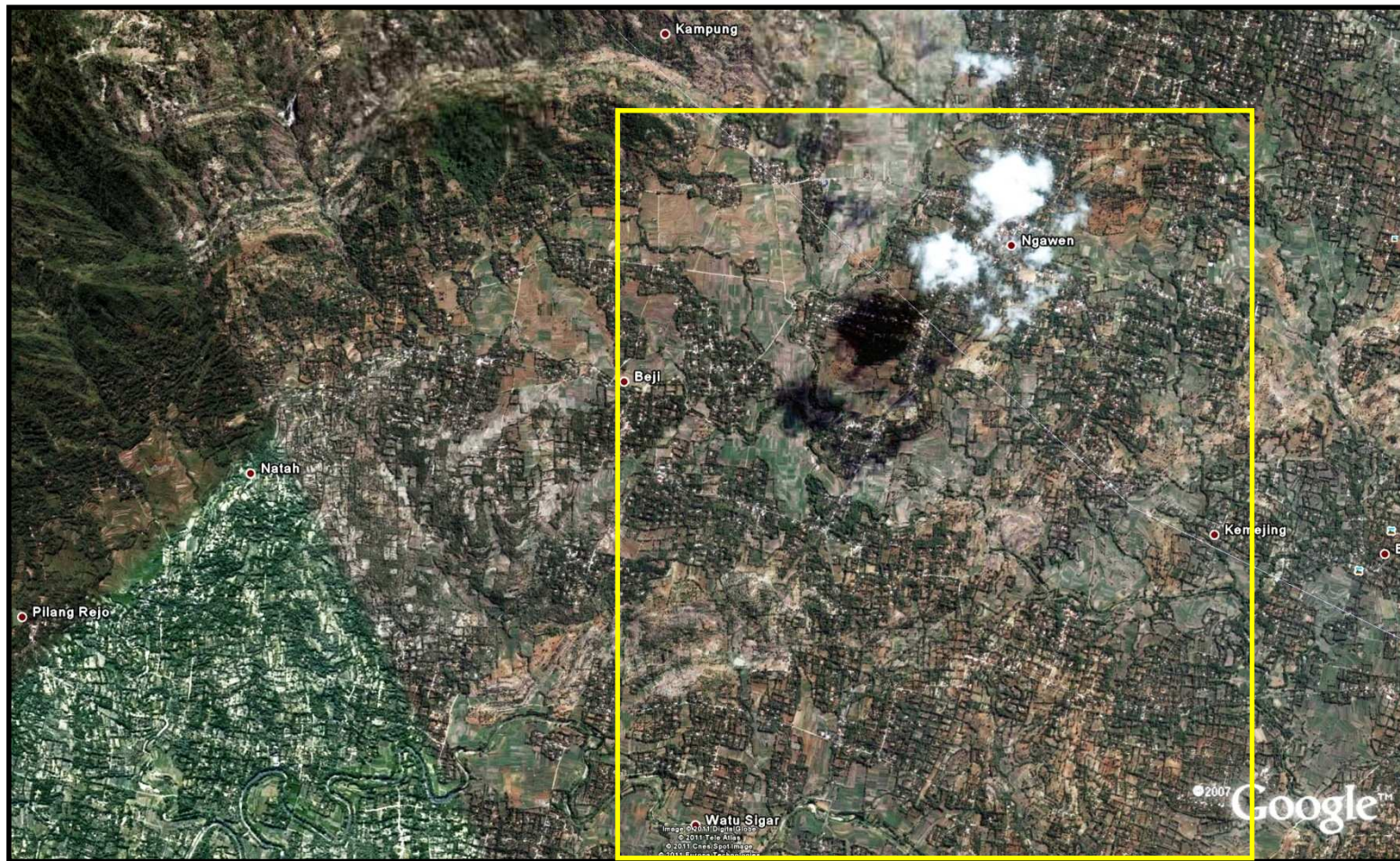
Jalan yang menghubungkan antar kecamatan yang satu dengan yang lain relatif mudah diakses, dapat dilalui oleh mobil, truk dan bus namun ada beberapa lokasi yang hanya dapat dilalui oleh sepeda motor. Selama penelitian di lapangan, *basecamp* (pangkalan kerja) berada di Desa Bendung, Kecamatan Semin terletak 5 km ke arah timur dari Kecamatan Ngawen, mengingat akses yang mudah dijangkau sehingga lokasi basecamp yang dipilih adalah di Desa Bendung.



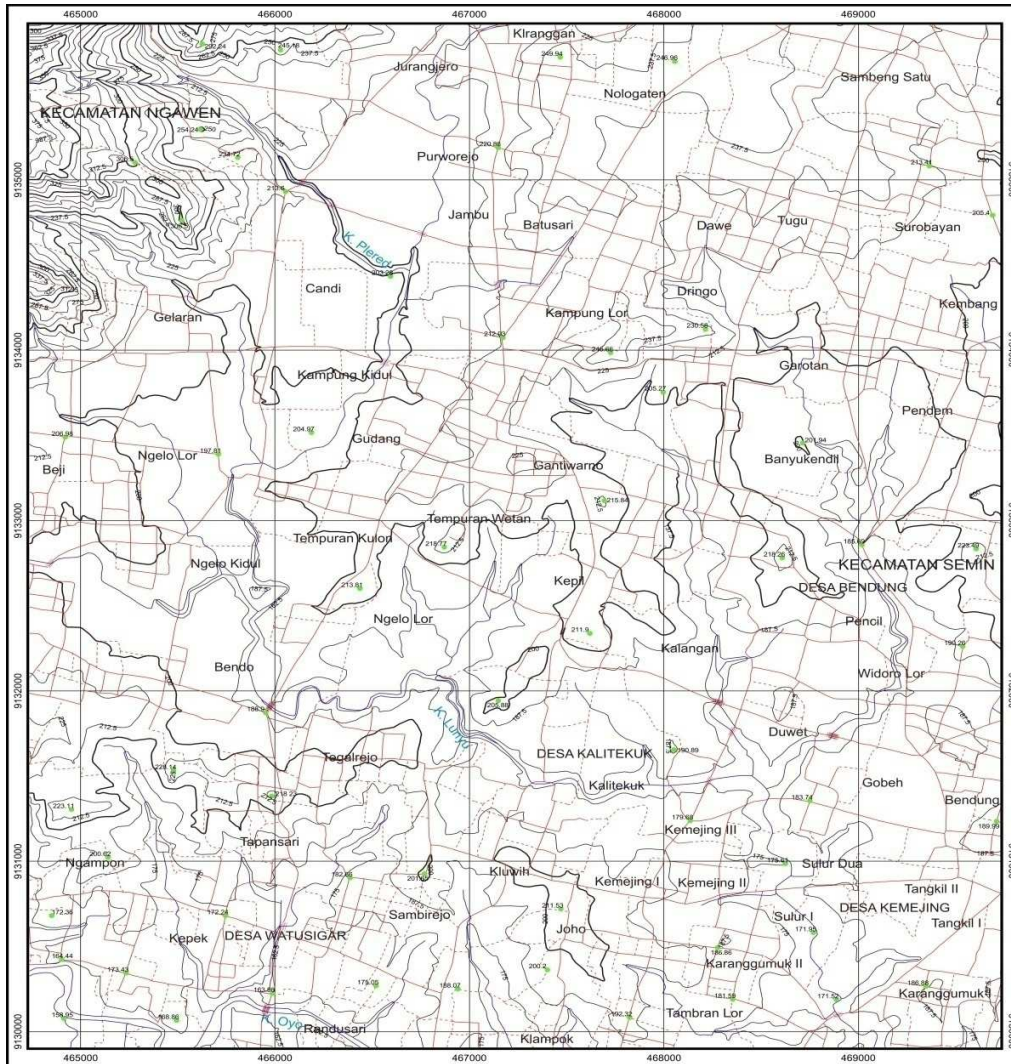
Gambar 1.1: Kotak berwarna merah menunjukkan batas daerah penelitian, daerah Kaliteuk dan sekitarnya, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 1.2: Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1: 25.000, Lembar 1408-314 Cawas.



Gambar 1.3: Kotak berwarna kuning menunjukkan batas daerah penelitian, daerah Kalitekuk dan sekitarnya, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Sumber : Google Earth 2011, tanpa skala).



Gambar 1.4: Peta topografi daerah penelitian

1.5 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- a. Peta lintasan pengamatan pada daerah telitian
- b. Peta pola pengaliran daerah penelitian
- c. Peta geomorfologi pada daerah telitian
- d. Peta geologi pada daerah telitian
- e. Penampang profil detail pada beberapa lintasan

1.6 Manfaat Penelitian

a. Bagi Keilmuan

Manfaat penelitian ini dari segi keilmuan yaitu memberikan kesempatan bagi penulis untuk menerapkan ilmu geologi secara langsung di lapangan. Dengan mempelajari karakteristik fasies dari Formasi Semilir memperhatikan aspek permukaan berupa struktur, stratigrafi, dan paleontologi. Diharapkan penulis dapat membuktikan bahwa Formasi Semilir merupakan endapan turbidit dan endapan – endapan klastik kasar asosiasinya.

b. Bagi Institusi

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka manfaat dilakukannya penelitian ini adalah dapat mengetahui keadaan geologi daerah Kalitekuk – Semin, khususnya mengenai Formasi Semilir, kemudian juga dapat mengetahui potensi – potensi geologi pada daerah penelitian.

c. Bagi Masyarakat

Dari hasil penelitian dapat memberikan gambaran pentingnya batupasir vulkanik sebagai bahan galian industri selain batugamping di daerah telitian. Selain itu memberikan pengertian arti pentingnya nilai ekonomi batupasir vulkanik.

1.7 Batasan Penelitian

- a. Penelitian dilakukan pada seluruh formasi yang ada di daerah penelitian.
- b. Penelitian mengenai fasies turbidit dan endapan – endapan klastik kasar asosiasinya hanya dilakukan pada Formasi Semilir.

1.8 Studi Pustaka

1.8.1 Geologi

Beberapa peneliti terdahulu yang pernah melakukan studi yang terkait dengan daerah telitian penulis secara lokal maupun secara regional pada Zona Pegunungan Selatan meliputi :

- a. **Bothe (1929)**, memperkenalkan hampir semua tata nama satuan litologi di Pegunungan Selatan. Tetapi lokasi semua satuan litologinya tidak disebutkan dengan jelas dan tepat sehingga, banyak satuan tidak diketahui lokasi tipenya secara tepat.
- b. **Van Bemmelen (1949)**, membagi tujuh bagian zona fisiografi pada pulau jawa dan memasukan Zona Pegunungan Selatan kedalam bagian dari fisiografi. Selain itu juga memberikan stratigrafi Pegunungan Selatan terutama Pegunungan Baturagung dan Pegunungan Gajahmungkur.
- c. **Surono, B.Toha, I. Sudarno dan S Wiryosujono (1992)**, yang menyusun Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dan menjelaskan secara rinci stratigrafi Pegunungan selatan.
- d. **Surono (2009)**, melakukan penelitian dan menyusun litostratigrafi Pegunungan Selatan bagian timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah.

1.8.2 Studi Khusus

Dalam menyusun penelitian, peneliti menggunakan beberapa klasifikasi dalam pengklasifikasian baik untuk analisa petrografi, analisa provenan serta analisa yang lainnya yang terdapat dalam penulisan penelitian, klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. **Bouma (1962)**, menjelaskan sikuen turbidit yang memperlihatkan struktur sedimen, ukuran butir dan kondisi pengendapan, yang terbagi menjadi 5 interval yaitu : *graded interval, lower interval of paralel lamination, interval of paralel lamination, upper interval of paralel lamination* dan *pelitic interval*.
- b. **Walker (1973)**, mengklasifikasikan fasies turbidit yaitu : *classssical turbidites; masive sandstone; pebbly sandstone; conglomerates; slumps, slides, debris flow* dan *exotic facies*. Selain itu juga membuat model sikuen progradasi kipas bawah laut dan interpretasi model pengendapan kipas bawah laut.

- c. **Mutti (1992)**, melakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai endapan turbidit. System turbidit dapat dihasilkan oleh 2 komponen dasar, yaitu komponen erosional yang berada di bagian atas dan dapat mengindikasikan sumber utama dari material sedimen, serta komponen pengendapan yang berada di bagian bawah, dimana sedimen tertransport dari komponen erosional sebelumnya dan diendapkan seiring dengan penyusutan tingkat arus gravitasi (*gravity flow*).

1.9 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan metode – metode penelitian yang baik, sehingga dengan adanya waktu rencana kerja yang matang dan terencana dengan baik (**Tabel 1.1**), diharapkan akan mendapatkan hasil akhir penelitian yang memuaskan dan sesuai dengan rencana kerja. Metodologi penelitian dibedakan menjadi tiga tahapan (**Gambar 1.5**), yaitu tahap persiapan, studi pustaka, tahap penelitian dan pengambilan data lapangan (daerah penelitian), kemudian tahap yang terakhir adalah tahapan analisa dan pembuatan laporan yang dilakukan di studio dan di laboratorium. Tahapan - tahapan yang dilakukan tidak terlepas dari bimbingan dan dikonsultasikan dengan dosen pembimbing.

1.9.1 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan dilakukan sebelum melakukan penelitian ke lapangan, langkah paling awal yang dilakukan adalah penentuan lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian ini didiskusikan dengan dosen pembimbing guna menentukan daerah mana yang memiliki fenomena geologi yang kompleks, selain itu mengetahui dimana lokasi-lokasi yang sangat berpotensi untuk dilakukan studi khusus yakni studi mengenai fasies batupasir vulkanik.

Setelah menentukan lokasi penelitian, dilakukan langkah selanjutnya yaitu studi literatur, studi literatur ini antara lain mengenai dasar-dasar metode pemetaan geologi permukaan, studi literatur geologi regional dan fisiografi regional, dan studi literatur mengenai studi khusus yakni fasies turbidit dan endapan – endapan klastik kasar asosiasinya. Studi literatur sangatlah penting dalam tahap persiapan melakukan kegiatan pemetaan geologi. Langkah ini ditempuh dengan maksud agar penulis dapat mengetahui gambaran mengenai karakteristik lithologi, geologi, geomorfologi, stratigrafi, struktur, dan hal lain yang dapat mendukung pemetaan geologi,

sehingga ketika penelitian di lapangan, sudah memiliki dasar – dasar gambaran mengenai keadaan geologi yang berkembang di daerah penelitian, sehingga untuk hal-hal mendasar seperti penentuan jalur lokasi pengamatan dapat diputuskan secara cepat dan tepat.

Sebelum melakukan penelitian dilapangan, hal yang juga tidak kalah penting adalah melakukan izin pada pemerintah setempat, guna kelancaran penelitian di lapangan, maka perizinan dilakukan dengan membuat proposal penelitian skripsi yang diserahkan pada Kabupaten Gunung Kidul, kemudian mendapat surat izin melakukan penelitian pemetaan geologi untuk diserahkan pada Kecamatan, kemudian diserahkan pada masing-masing kepala desa. Dengan dilakukannya perizinan yang lengkap dari pemerintah kabupaten hingga desa, penulis memiliki surat izin yang resmi dari pemerintah, sehingga apabila terjadi hal – hal yang berkaitan dengan izin, telah memiliki dasar hukum yang kuat. Pada pemetaan geologi ini, penulis juga melakukan pengumpulan data berupa peta rupa bumi Indonesia lembar Cawas, peta topografi daerah penelitian, dan peta geologi regional daerah penelitian.

1.9.2 Tahap Penelitian dan Pengambilan Data Lapangan

Dalam tahapan penelitian lapangan, penulis melakukan pengumpulan data - data lapangan, berupa pengamatan lapangan seperti deskripsi megaskopis lithologi pada setiap lokasi pengamatan, pengukuran kedudukan lithologi, pengambilan foto singkapan, foto lithologi, pengambilan azimuth foto, pengamatan morfologi (beserta foto morfologi), pengukuran data struktur geologi (kekar, sesar, lipatan). Selanjutnya memasukkan lokasi pengamatan, kedudukan, struktur geologi pada peta, yakni melalui koordinat yang diambil pada GPS. Melakukan pengukuran penampang stratigrafi (profil), kemudian melakukan pengambilan sampel batuan, yang selanjutnya dipilih untuk analisis laboratorium.

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian antara lain:

a. Peta Topografi daerah Semin dan sekitarnya dengan skala 1:20.000

- b. Palu geologi
- c. Protaktor
- d. Kompas geologi (Brunton)
- e. Lup dengan perbesaran 10X
- f. Komparator batuan beku dan sedimen
- g. Tali pengukur (meteran), untuk membantu dalam pengukuran jarak pada pengukuran stratigrafi terukur (*profil*)
- h. Buku lapangan
- i. *Global Positioning System* (GPS) seri 76Csx
- j. Plastik sampel batuan
- k. Kamera
- l. Alat tulis
- m. Plastik peta
- n. Larutan HCl 0,1 N, dipergunakan untuk mengetahui kandungan senyawa karbonat dalam batuan.

1.9.3 Tahap Analisis Data dan Pembuatan Laporan, meliputi :

a. Analisis Penampang Stratigrafi Terukur

Tahapan ini dilakukan dengan membuat penampang stratigrafi terukur untuk menentukan ketebalan dari tiap - tiap satuan batuan yang telah diidentifikasi, umur batuan, urutan – urutan pengendapan, lingkungan kedalaman hingga penentuan lingkungan pengendapan.

b. Analisis Fasies

Tujuannya adalah untuk menentukan karakteristik fasies serta penyebarannya pada daerah telitian berdasarkan pengamatan di lapangan, dan kemudian dianalisa dengan menggunakan model-model fasies menurut peneliti seperti Walker (1978), Bouma (1962), Mutti (1992) sebagai acuan.

c. Analisis Petrografi

Tujuannya adalah untuk mengetahui nama setiap sampel batuan yg didapatkan dilapangan yang diharapkan dapat membantu dalam menentukan bagaimana batuan reservoir yang baik dilihat dari tekstur, struktur, dan komposisi mineral secara mikroskopis. Penamaan mikroskopis tersebut didasarkan Williams (1954) untuk batuan beku, Gilbert (1954 dan 1982) untuk batuan sedimen dan Dunham (1962) untuk batuan sedimen karbonat.

d. Analisis Paleontologi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui umur relatif serta menentukan umur bathimetri berdasarkan kandungan fosil foraminifera plankton dan bentos pada contoh batuan yg mewakili setiap satuan batuan daerah telitian. Penulis mengacu pada Blow (1969) dan Bandy (1967), masing - masing untuk penentuan umur dan lingkungan bathymetri.

e. Analisis Struktur Geologi

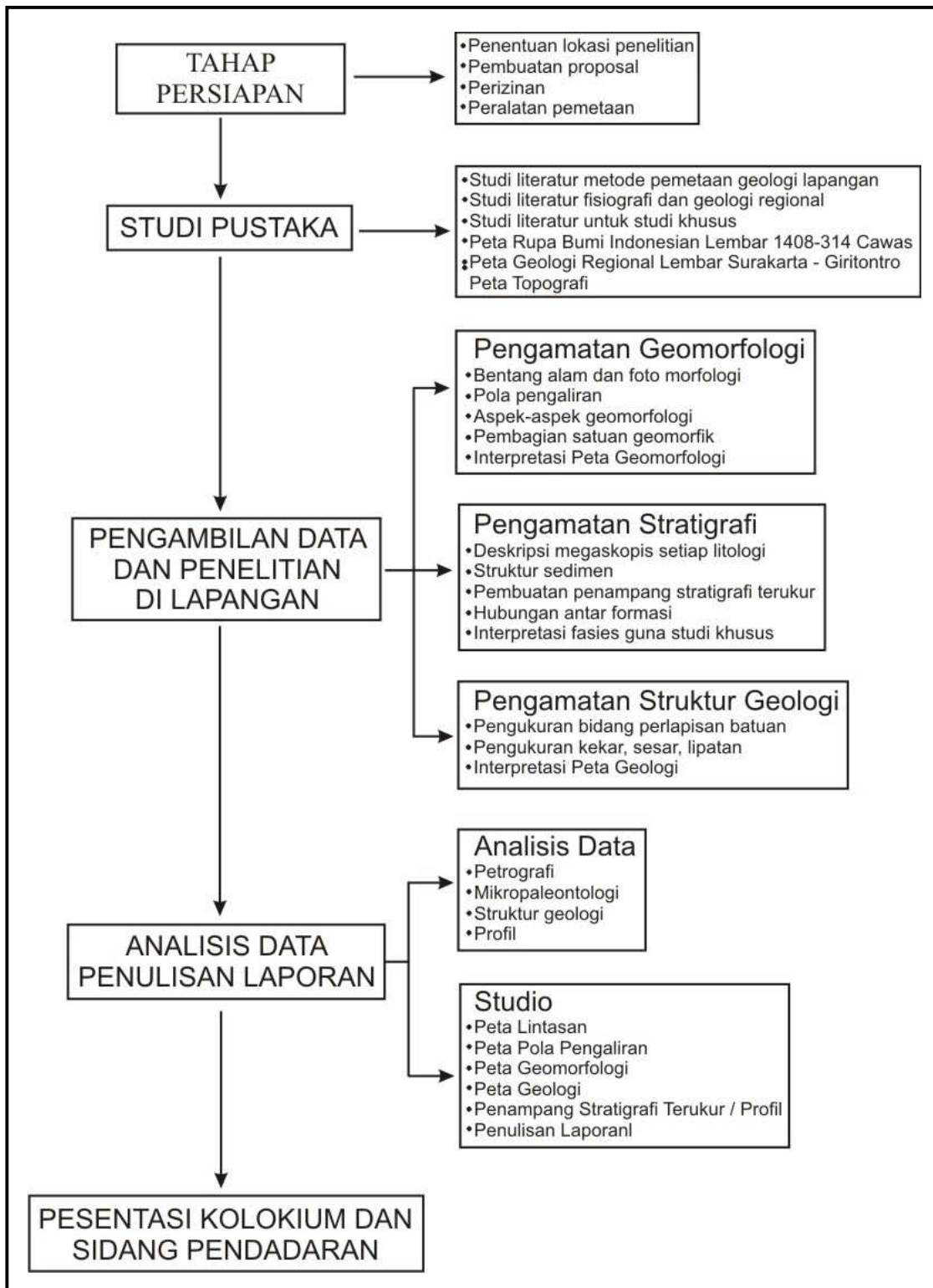
Tahap ini diawali dengan analisis pemerian unsur - unsur struktur yg dimaksudkan untuk mengidentifikasikan jenis, kedudukan dan orientasi sekaligus dimensi dari unsur struktur yg ada. Tujuan dari analisis struktur adalah untuk memahami tektonik daerah penelitian. Hasil pengukuran kedudukan lapisan batuan dan beberapa indikasi lapisan struktur, dapat dianalisis untuk diketahui adanya struktur geologi, baik struktur mayor maupun minor sebagai hasil dari proses geologi yg bekerja di daerah telitian berdasar pada klasifikasi Rickard (1972).

f. Penyusunan Laporan

Merupakan tahapan akhir dari keseluruhan dimana berdasar data-data yg diperoleh kemudian dianalisis dan diinterpretasikan dalam laporan ini. Diharapkan penulis dapat membuat peta lintasan, peta geomorfologi, peta geologi, penampang stratigrafi terukur, dan menentukan fasies batupasir vulkanik Formasi Semilir berdasarkan pada aspek – aspek fisik, kimia, dan biologi pada daerah telitian.

Tabel 1.1: Tabel Rencana Kerja.

Kegiatan	Minggu											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pembuatan Proposal												
Pengurusan Perizinan												
Studi Literatur												
kerja Lapangan												
Analisis Data dan Sampel												
Pembuatan laporan dan konsultasi												
Presentasi dan Evaluasi												



Gambar 1.5: Bagan Alir Penelitian.

BAB 2

GEOLOGI REGIONAL PEGUNUNGAN SELATAN

2.1. Fisiografi Zona Pegunungan Selatan

Van Bammelen (1949) membagi fisiografi pulau jawa menjadi 7 (**Gambar 2.1**):

1. Pusat depresi Jawa dan Zona Randublatung
2. Antiklinorium Bogor – Serayu utara – Kendeng
3. Dataran aluvial jawa utara
4. Pematang dan Dome pusat depresi
5. Pegunungan Selatan
6. Antiklinorium Rembang – Madura
7. Gunung api Kuarter

Zona Pegunungan Selatan Jawa terbentang dari wilayah Jawa Tengah, di selatan Yogyakarta dengan lebar kurang lebih 55 km hingga Jawa timur, dengan lebar kurang lebih 25 km di selatan Blitar. Zona ini dibentuk oleh dua kelompok besar batuan yaitu batuan vulkanik dan batugamping. Geomorfologi Zona Pegunungan Selatan merupakan satuan perbukitan terdapat di selatan Klaten, yaitu Perbukitan Jiwo. Perbukitan ini mempunyai kelerengan antara $4^0 - 15^0$ dan beda tinggi 125 – 264 m. Beberapa puncak tertinggi di Perbukitan Jiwo adalah G. Jabalkat (± 264 m) di Perbukitan Jiwo bagian barat dan G. Konang (± 257 m) di Perbukitan Jiwo bagian timur. Kedua perbukitan tersebut dipisahkan oleh aliran K. Dengkeng. Perbukitan Jiwo tersusun oleh batuan Pra-Tersier hingga Tersier (Surono dkk, 1992).

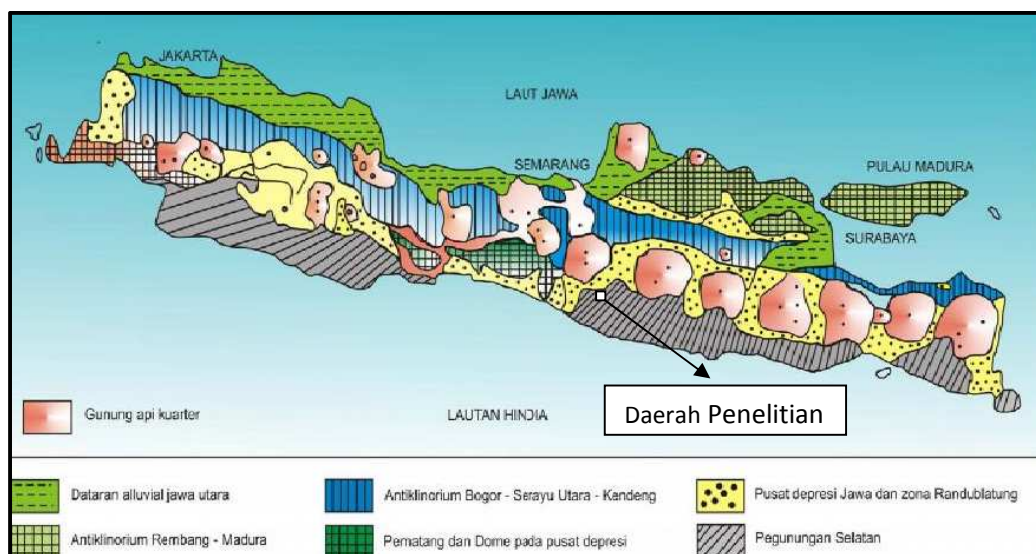
Zona Pegunungan Selatan dibatasi oleh Dataran Yogyakarta-Surakarta di sebelah barat dan utara, sedangkan di sebelah timur oleh Waduk Gajahmungkur, Wonogiri dan di sebelah selatan oleh Samudera Hindia. Di sebelah barat, antara Pegunungan Selatan dan Dataran Yogyakarta dibatasi oleh aliran K. Opak, sedangkan di bagian utara berupa gawir Baturagung.

Dari kenampakan morfologi, Zona Pegunungan Selatan dapat dipisahkan menjadi 3 sub zona, yaitu:

1. Sub Zona Baturagung, ditandai oleh perbukitan terjal di bagian utara, yang disusun oleh batuan vulkanik, baik intrusi, breksi, sedimen vulkanik klastik dan karbonat. Kemiringan lapisan pada umumnya ke arah selatan
2. Sub Zona Wonosari, merupakan dataran tinggi (plateau) di daerah Wonosari dan sekitarnya, dan ke arah timur bersambung dengan daerah sekitar Baturetno. Dataran Tinggi ini merupakan cekungan sedimen kuarter yang terdiri dari lempung hitam endapan danau purba.
3. Sub Zona Gunung Sewu, merupakan perbukitan karst, dicirikan oleh adanya morfologi karst dengan bukit-bukit gamping berbentuk kerucut yang membentang dari Parangtritis di bagian barat hingga Pacitan di bagian Timur, dengan jumlah bukit ribuan (Pegunungan Seribu).

Kenampakan bukit – bukit kapur berbentuk kerucut di bagian timur tidak sebaik seperti di bagian barat. Dibagian timur, bukit – bukit tersebut sebagian besar terdiri dari batuan volkanik di sekitar Ponorogo - Pacitan

Daerah penelitaian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan yaitu pada Sub Zona Baturagung. Subzona Baturagung terutama terletak di bagian utara, namun membentang dari barat (G. Sudimoro, ± 507 m, antara Imogiri-Patuk), utara (G. Baturagung, ± 828 m), hingga ke sebelah timur (G. Gajahmungkur, ± 737 m). Di bagian timur ini, Subzona Baturagung membentuk tinggian agak terpisah, yaitu G. Panggung (± 706 m) dan G. Gajahmungkur (± 737 m). Subzona Baturagung ini membentuk relief paling kasar dengan sudut lereng antara $10^0 - 30^0$ dan beda tinggi 200-700 meter serta hampir seluruhnya tersusun oleh batuan asal gunungapi.



Gambar 2.1: Fisiografi Pulau Jawa (modifikasi dari Van Bemmelen, 1949)

2.2. Kerangka Struktur

Zona Pegunungan Selatan merupakan cekungan yang menunjang dengan arah relatif barat – timur mulai dari Parangtritis di bagian barat sampai Ujung Purwo di bagian Jawa Timur. Perkembangan tektoniknya tidak lepas dari interaksi konvergen antara Lempeng Hindia – Australia dengan Lempeng Micro Sunda.

Mengenai Evolusi Tektonik Tersier Pulau Jawa (Prasetyadi ,2007),dijelaskan bahwa Pulau Jawa merupakan salah satu pulau di Busur Sunda yang mempunyai sejarah geodinamik aktif, yang jika dirunut perkembangannya dapat dikelompokkan menjadi beberapa fase tektonik dimulai dari Kapur Akhir hingga sekarang yaitu :

1. Periode Kapur akhir – Paleosen.
2. Periode Eosen (Periode Ekstensional /Regangan) .
3. Periode Oligosen Tengah (Kompresional – Terbentuknya OAF) .
4. Periode Oligo-Miosen (Kompresional – Struktur Inversi) .
5. Periode Miosen Tengah – Miosen Akhir.

1. Periode Kapur Akhir – Paleosen

Fase tektonik awal terjadi pada Mesozoikum ketika pergerakan Lempeng Indo-Australia ke arah timurlaut meng-hasilkan subduksi dibawah Sunda Microplate sepanjang suture Karangsambung-Meratus, dan diikuti oleh fase regangan (*rifting phase*) selama Paleogen dengan pembentukan serangkaian horst (tinggian) dan graben (rendahan). Aktivitas magmatik Kapur Akhir dapat diikuti menerus dari Timurlaut Sumatra –Jawa-Kalimantan Tenggara. Pembentukan cekungan depan busur (*fore arc basin*) berkembang di daerah selatan Jawa Barat dan Serayu Selatan di Jawa Tengah. Mendekati Kapur Akhir – Paleosen, fragmen benua yang terpisah dari Gondwana, mendekati zona subduksi Karangsambung-Meratus. Kehadiran allochthonous micro-continents di wilayah Asia Tenggara telah dilaporkan oleh banyak penulis (Metcalf, 1996). Basement bersifat kontinental yang terletak di sebelah timur zona subduksi Karangsambung-Meratus dan yang mengalasi Selat Makasar teridentifikasi di Sumur Rubah-1 (Conoco, 1977) berupa granit pada kedalaman 5056 kaki, sementara didekatnya Sumur Taka Talu-1 menembus *basement* diorit. *Docking* atau merapatnya fragmen mikro-kontinen pada bagian tepi

timur Sundaland menyebabkan matinya zona subduksi Karangsambung-Meratus dan terangkatnya zona subduksi tersebut menghasilkan Pegunungan Meratus (Gambar 2.2 A).

2. Periode Eosen (Periode Ekstensional /Regangan)

Antara 54 jtl – 45 jtl (Eosen), di wilayah Lautan Hindia terjadi reorganisasi lempeng ditandai dengan berkurangnya secara mencolok kecepatan pergerakan ke utara India. Aktivitas pemekaran di sepanjang Wharton Ridge berhenti atau mati tidak lama setelah pembentukan anomali 19 atau 45 jtl. Berkurangnya secara mencolok gerak India ke utara dan matinya Wharton Ridge ini diinterpretasikan sebagai pertanda kontak pertama Benua India dengan zona subduksi di selatan Asia dan menyebabkan terjadinya tektonik regangan (*extension tectonics*) di sebagian besar wilayah Asia Tenggara yang ditandai dengan pembentukan cekungan-cekungan utama (Natuna, Sumatra, Sunda, Jawa Timur, Barito, dan Kutai) dan endapannya dikenal sebagai endapan *syn-rift*. Pelamparan *extension tectonics* ini berasosiasi dengan pergerakan sepanjang sesar regional yang telah ada sebelumnya dalam *fragmen mikrokontinen*. Konfigurasi struktur *basement* mempengaruhi arah cekungan *syn-rift* Paleogen di wilayah tepian tenggara Sundaland (Sumatra, Jawa, dan Kalimantan Tenggara) (Gambar 2.2 B).

3. Periode Oligosen Tengah (Kompresional – Terbentuknya OAF)

Sebagian besar bagian atas sedimen Eosen Akhir memiliki kontak tidak selaras dengan satuan batuan di atasnya yang berumur Oligosen. Di daerah Karangsambung batuan Oligosen diwakili oleh Formasi Totogan yang kontakannya dengan satuan batuan lebih tua menunjukkan ada yang selaras dan tidakselaras. Di daerah Karangsambung Selatan batas antara Formasi Karangsambung dan Formasi Totogan sulit ditentukan dan diperkirakan berangsur, sedangkan ke arah utara Formasi Totogan ada yang langsung kontak secara tidak selaras dengan batuan dasar Komplek Melange Luk Ulo. Di daerah Nanggulan kontak ketidakselarasan terdapat diantara Anggota Seputih yang berumur Eosen Akhir dengan satuan breksi vulkanik Formasi Kaligesing yang berumur Oligosen Tengah. Demikian pula di daerah Bayat, bagian atas Formasi Wungkal-Gamping yang berumur Eosen Akhir, tanda-tanda ketidak selarasan ditunjukkan oleh terdapatnya fragmen-fragmen batuan Eosen di sekuen bagian bawah Formasi Kebobutak yang berumur

Oligosen Akhir. Ketidakselarasan di Nanggulan dan Bayat merupakan ketidakselarasan menyudut yang diakibatkan oleh deformasi tektonik yang sama yang menyebabkan terdeformasinya Formasi Karangsambung. Akibat deformasi ini di daerah Cekungan Jawa Timur tidak jelas teramati karena endapan Eosen Formasi Ngimbang disini pada umumnya selaras dengan endapan Oligosen Formasi Kujung. Deformasi ini kemungkinan juga berkaitan dengan pergerakan ke utara Benua Australia. Ketika Wharton Ridge masih aktif Benua Australia bergerak ke utara sangat lambat. Setelah matinya pusat pemekaran Wharton pada 45 jt, India dan Australia berada pada satu lempeng tunggal dan bersama-sama bergerak ke utara. Pergerakan Australia ke utara menjadi lebih cepat dibanding ketika Wharton Ridge masih aktif. Bertambahnya kecepatan ini meningkatkan laju kecepatan penunjaman Lempeng Samudera Hindia di Palung Jawa dan mendorong ke arah barat, sepanjang sesar mendatar yang keberadaannya diperkirakan, Mikrokontinen Jawa Timur sehingga terjadi efek kompresional di daerah Karangsambung yang mengakibatkan terdeformasinya Formasi Karangsambung serta terlipatnya Formasi Nanggulan dan Formasi Wungkal-Gamping di Bayat. Meningkatnya laju pergerakan ke utara Benua Australia diperkirakan masih berlangsung sampai Oligosen Tengah. Peristiwa ini memicu aktifitas vulkanisme yang kemungkinan berkaitan erat dengan munculnya zona gunungapi utama di bagian selatan Jawa (OAF=*Old Andesite Formation*) yang sekarang dikenal sebagai Zona Pegunungan Selatan. Aktifitas vulkanisme ini tidak menjangkau wilayah Jawa bagian utara dimana pengendapan karbonat dan silisiklastik menerus di daerah ini (Gambar 2.2 C).

4. Periode Oligo-Miosen (Kompresional – Struktur Inversi)

Pada Oligosen Akhir sampai Miosen Tengah pergerakan ke utara India dan Australia berkurang secara mencolok karena terjadinya benturan keras (*hard collision*) antara India dengan Benua Asia membentuk Pegunungan Himalaya. Akibatnya laju penunjaman Lempeng Samudera Hindia di palung Sunda juga berkurang secara drastis. *Hard collision* India menyebabkan efek maksimal tektonik ekstrusi sehingga berkembang fase kompresi di wilayah Asia Tenggara. Fase kompresi ini menginversi sebagian besar endapan *syn-rift* Eosen. Di Cekungan Jawa Timur fase kompresi ini menginversi graben RMKS menjadi zona Sesar RMKS. Di selatan Jawa, kegiatan vulkanik Oligosen menjadi tidak aktif dan

mengalami pengangkatan. Pengangkatan ini ditandai dengan pengendapan karbonat besar-besaran seperti Formasi Wonosari di Jawa Tengah dan Formasi Punung di Jawa Timur. Sedangkan di bagian utara dengan aktifnya inversi berkembang endapan syn-inversi formasi-formasi Neogen di Zona Rembang dan Zona Kendeng. Selama periode ini, inversi cekungan terjadi karena konvergensi Lempeng Indian menghasilkan rezim tektonik kompresi di daerah “busur depan” Sumatra dan Jawa. Sebaliknya, busur belakang merupakan subjek pergerakan *strike-slip* utara-selatan yang dominan sepanjang sesar-sesar turun (*horst dan graben*) utara-selatan yang telah ada.

5. Periode Miosen Tengah – Miosen Akhir

Pengaktifan kembali sepanjang sesar tersebut menghasilkan mekanisme transtension dan transpression yang berasosiasi dengan sedimentasi turbidit di bagian yang mengalami penurunan. Namun demikian, di bagian paling timur Jawa Timur, bagian basement dominan berarah timur-barat, sebagaimana secara khusus dapat diamati dengan baik mengontrol Dalaman Kendeng dan juga Dalaman Madura. Bagian basement berarah Timur – Barat merupakan bagian dari fragmen benua yang mengalasi dan sebelumnya tertransport dari selatan dan bertubrukan dengan Sundaland sepanjang Suture Meratus (NE-SW struktur). Tektonik kompresi karena subduksi ke arah utara telah mengubah sesar *basement* Barat – Timur menjadi pergerakan sesar mendatar, dalam perioda yang tidak terlalu lama (Manur dan Barraclough, 1994). Kenaikan muka air laut selama periode ini, menghasilkan pengendapan sedimen klastik di daerah rendahan, dan sembulan karbonat (*carbonate buildup*) pada tinggian yang membatasinya.

2.3. Stratigrafi Regional

Secara regional daerah telitian termasuk dalam stratigrafi daerah pegunungan selatan Jawa dan telah banyak diteliti oleh para ahli antara lain Bothe (1929), Bemmelen (1949), Surono et all (1992), Surono (2009) . Perbedaan ini terutama antara wilayah bagian barat (Parangtritis-Wonosari) dan wilayah bagian timur (Wonosari-Pacitan). Urutan stratigrafi Pegunungan Selatan bagian barat diusulkan diantaranya oleh Bothe (1929) dan Surono (1989), dan di bagian timur diantaranya diajukan oleh Sartono (1964), Nahrowi (1979) dan Pringgoprawiro (1985), sedangkan Samodra. (1989) mengusulkan tatanan stratigrafi di daerah peralihan antara bagian barat dan timur

2.3.1. Stratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Barat

Batuan berumur Pra-Tersier tersingkap di Pegunungan Jiwo daerah Bayat Klaten, tersusun oleh batuan metamorfosa batusabak, sekis , genis, serpentinit dan batugamping kristalin. Batugamping mengandung Orbitolina hadir sebagai lensa-lensa (bongkah) dalam batulempung. Berdasarkan kesamaannya dengan satuan batuan yang ada di daerah Luk Ulo, Kebumen, Jawa Tengah, kelompok batuan ini diperkirakan berumur Kapur Atas (Verbeek dan Fennema (1898) pada Bothe, 1929). Secara tidak selaras di atas batuan dasar ini terdapat satuan batuan Tersier tertua di daerah Pegunungan Selatan yang terdiri dari:

Formasi Gamping dan Formasi Wungkal.

Formasi Wungkal dicirikan oleh kalkarenit dengan sisipan batupasir dan batulempung, sedangkan Formasi Gamping dicirikan oleh kalkarenit dan batupasir tufaan. Formasi Gamping ini dicirikan oleh batugamping yang berasosiasi dengan gamping terumbu. Ketebalan formasi ini lebih kurang 120 m. Menurut Bothe (1929) bagian bawah formasi ini disebut Wungkal Bed yang berlokasi di Gunung Wungkal sedangkan bagian atasnya Gamping Bed yang berlokasi di Gunung Gamping, keduanya di Perbukitan Jiwo selatan Klaten.

Hubungan antara formasi formasi ini belum diketahui secara pasti. Beberapa peneliti menafsirkan sebagai ketidakselarasan (Sumosusastro, 1956 dan Marks, 1957) dan peneliti lainnya menafsirkan hubungan kedua formasi tersebut selaras

(Bothe, 1929, Sumarso dan Ismoyowati, 1975). Surono et al. (1989) menyebutnya sebagai Formasi GampingWungkal yang merupakan satu formasi yang tidak terpisahkan. Namun demikian semua para peneliti tersebut sepakat bahwa kedua formasi tersebut berumur Eosen Tengah-Eosen Atas.

Formasi Kebo.

Terdiri dari perselingan konglomerat, batupasir tufaan, serpih dan lanau. Di beberapa tempat dijumpai adanya lava bantal dan intrusi diorit. Ketebalan formasi ini sekitar 800 meter dan diendapkan di lingkungan laut, dan pada umumnya memperlihatkan endapan aliran gravitasi (*gravity-flow deposits*).

Formasi Butak.

Lokasi tipe formasi ini terdapat di Gunung Butak yang terletak di Sub-zona Baturagung. Formasi ini tersusun oleh litologi breksi, batupasir tufaan, konglomerat batuapung, batulempung dan serpih yang memperlihatkan perselingan, dan menunjukkan ciri endapan aliran gravitasi di lingkungan laut. Formasi ini berumur Oligosen. Ciri Formasi Kebo dan Formasi Butak di beberapa tempat tidak begitu nyata sehingga, pada umumnya beberapa peneliti menyebutnya sebagai Formasi Kebo-Butak yang berumur Oligosen Atas (N1-N3). Menurut Bothe (1929) bagian bawah formasi Kebo-butak ini disebut Kebo Bed yang berlokasi di Gunung Kebo sedangkan bagian atasnya Butak Bed yang berlokasi di Gunung Butak, keduanya di Pegunungan Baturagung selatan Klaten. Kemudian Sumarso dan Ismoyowati (1975) menyatukan keduanya menjadi Formasi Kebo-Butak.

Formasi Mandalika.

Tipe lokasi formasi ini terdapat di Desa Mandalika. Formasi ini memiliki ketebalan antara 80-200 m. Formasi ini tersusun oleh lava andesitik-basaltik, porfiri, petite, rhyolite dan dasit; dasit, lava andesitik, tuff dasit dengan dioritik dyke, lava andesitik basaltic trachytik dasitik dan breksi andesitan yang ter-prophyilitikan; andesit, dasit, breksi vulkanik, gamping kristalin; breksi, lava, tuff, dengan

interkalasi dari batupasir dan batulanau yang memperlihatkan cirri endapan darat. Satuan ini beda fasies menjari dengan Anggota Tuff dari Formasi Kebo-Butak.

Formasi Semilir.

Formasi ini tersingkap baik di Gunung Semilir di sekitar Baturagung, terdiri dari perselingan tufa, tufa lapili, batupasir tufaan, batulempung, serpih dan batulanau dengan sisipan breksi, sebagai endapan aliran gravitasi di lingkungan laut dalam. Ketebalan formasi ini lebih dari 460 m. Bagian bawah formasi ini berlapis baik, berstruktur sedimen perairan, silang-siur skala menengah dan berpermukaan erosi. Di bagian tengahnya dijumpai lignit yang berasosiasi dengan batupasir tuffan gampingan dan kepingan gampingan pada breksi gunungapi. Di bagian atasnya ditemukan batulempung dan serpih dengan tebal lapisan sampai 15 cm dan berstruktur longsoran bawah laut (turbidit).

Formasi Nglanggran.

Lokasi tipenya adalah di Gunung Nglanggran lebih kurang 17 km utara Klaten. Formasi ini terdiri dari breksi dengan sisipan batupasir tufaan, yang memperlihatkan sebagai endapan aliran gravitasi pada lingkungan laut. Ketebalan formasi ini di dekat Nglipar lebih kurang 530 m. Formasi Nglanggran, pada umumnya selaras di atas Formasi Semilir, akan tetapi di tempat-tempat lainnya, kedua formasi tersebut saling bersilangjari (Surono, 1992).

Formasi Sambipitu.

Lokasi tipenya terdapat di Desa Sambipitu, 15 km di sebelah barat laut Wonosari (Bothe, 1929). Formasi ini tersusun oleh perselingan antara batupasir tufaan, serpih dan batulanau. Struktur sedimen yang berkembang berupa perlapisan, silang-siur, gelembur gelombang, Di bagian atas sering dijumpai adanya struktur *slump* skala besar. Satuan ini selaras di atas Formasi Nglanggran. Formasi Sambipitu melampar di kaki selatan Pegunungan Baturagung. Tebal formasi ini di utara Nglipar lebih kurang 230 m dan menipis kearah timur. Formasi ini merupakan endapan lingkungan laut pada akhir Miosen Awal – Miosen awal (N7 – N9).

Formasi Oyo.

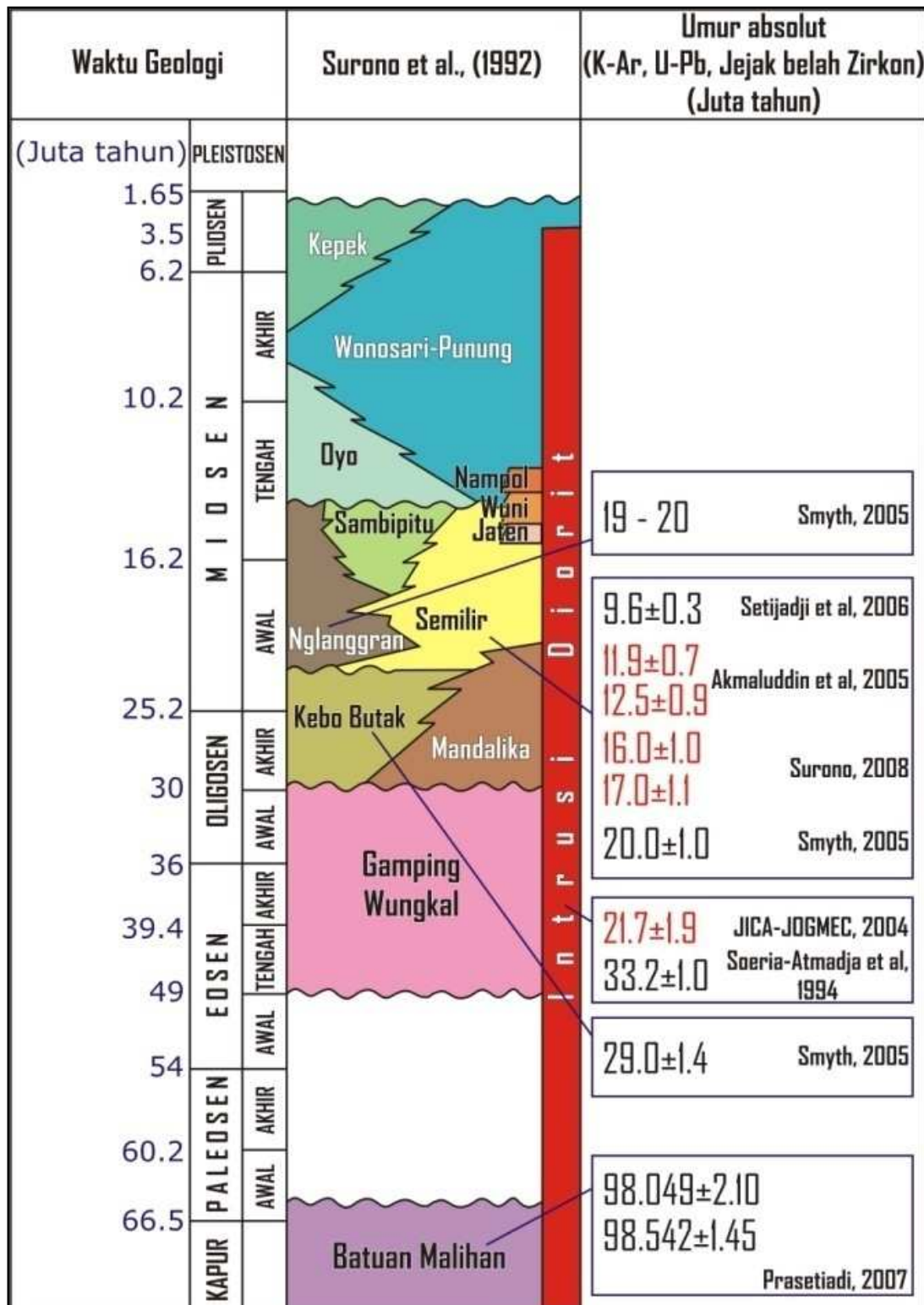
Formasi ini tersingkap baik di Kali Oyo sebagai lokasi tipenya, terdiri dari perselingan batugamping bioklastik, kalkarenit, batugamping pasir dan napal dengan sisipan batugamping konglomeratan. Ketebalan Formasi Oyo lebih dari 140 m. Formasi ini menindih tak selaras Formasi Semilir dan Formasi Nglangran dan menjemari dengan bagian bawah Formasi Wonosari. Satuan ini diendapkan pada lingkungan paparan dangkal pada Miosen Tengah (N10-N12).

Formasi Wonosari.

Formasi ini tersingkap baik di daerah Wonosari dan sekitarnya, membentuk morfologi karts, terdiri dari batugamping terumbu, batugamping bioklastik berlapis dan napal. Satuan batuan ini terendapkan di lingkungan laut dangkal (neritik) pada Miosen Tengah hingga Miosen Akhir (N9-N18). Ketebalan formasi ini lebih dari 800 m. Bagian bawah formasi ini dengan bagian atas Formasi oyo, sedangkan bagian atasnya menjemari dengan bagian bawah Formasi Kepek.

Formasi Kepek.

Lokasi tipenya terdapat di Kali Kepek, tersusun oleh batugamping berlapis dan napal dengan ketebalan lebih kurang 200 meter. Litologi satuan ini menunjukkan ciri endapan paparan laut dangkal dan merupakan bagian dari sistem endapan karbonat paparan pada umur Miosen Akhir – Pliosen (N15-N18). Formasi ini mempunyai hubungan silang jari dengan satuan batugamping terumbu Formasi Wonosari. Di atas batuan karbonat tersebut, secara tidakselaras terdapat satuan batulempung hitam, dengan ketebalan 10 meter. Satuan ini menunjukkan ciri sebagai endapan danau di daerah Baturetno pada waktu Plistosen. Selain itu, daerah setempat terdapat laterit berwarna merah sampai coklat kemerahan sebagai endapan terrarosa, yang pada umumnya menempati uvala pada morfologi karst.



Gambar 2.3: Kolom Stratigrafi Pegunungan Selatan, Jawa Tengah (Surono, *et al.* 1992) dan penarikan umur absolut menurut peneliti terdahulu.

BAB 3

GEOLOGI DAERAH KALITEKUK DAN SEKITARNYA

3.1. Geomorfologi

Pengertian geomorfologi adalah studi yang menguraikan bentuk lahan dan proses yang mempengaruhi pembentukannya serta menyelidiki hubungan timbal balik antara bentuk lahan dengan proses dalam tatanan keruangan (Van Zuidam, 1979).

Dalam pembagian satuan geomorfologi daerah telitian penulis mengacu pada klasifikasi morfologi menurut Van Zuidam, (1983).

3.1.1. Dasar Pembagian Bentuk Lahan

Dalam pembagian bentuk lahan penulis juga memperhatikan faktor - faktor yang mempengaruhi proses pembentukan bentang alam suatu daerah yang terdiri dari:

- a. Morfologi: studi bentuk lahan yang mempelajari relief secara umum, meliputi:
 - Morfografi adalah susunan dari obyek alami yang ada di permukaan bumi, bersifat pemerian atau deskriptif suatu bentuk lahan, antara lain lembah, bukit, perbukitan, dataran, pegunungan, teras sungai, beting pantai, kipas aluvial, plato dan lain-lain.
 - Morfometri adalah aspek kuantitatif dari suatu aspek bentuk lahan, antara lain kelerengan, bentuk lereng, panjang lereng, ketinggian, beda tinggi, bentuk lembah dan pola pengaliran. Dalam analisa kelerengan dapat diukur besaran kelerengan dengan rumus sebagai berikut:

$$B = \frac{(N-1) \times IK}{JH \times SP} \times 100 \%$$

Keterangan :

B = Sudut lereng

N = Jumlah kontur yang terpotong garis sayatan

IK = Interval kontur (m)

JH = Jarak horizontal (cm)

SP = Skala peta (m)

Tabel 3.1 Pembagian klasifikasi kelerengan menurut Van Zuidam, (1979).

NO	KEMIRINGAN LERENG (Van Zuidam,1979)	KLASIFIKASI LAIN	
		US SOIL SURVEI MANUAL (%)	UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (%)
1	0 –2 datar/hampir datar	0 –2	1 – 2
2	3- 7 landai	2- 6	2 – 7
3	8 – 13 miring	6 – 13	7 – 12
4	14 – 20 agak curam	13 – 25	12 – 18
5	21 – 55 curam	25 – 55	18 – 24
6	56 – 140 sangat curam	> 55	> 24
7	> 140 tegak		

b. Morfogenesis: asal usul pembentukan dan perkembangan bentuk lahan serta proses-proses geomorfologi yang terjadi, dalam hal ini adalah struktur geologi, litologi penyusun dan proses dan proses geomorfologi. Morfogenesis meliputi:

- Morfostruktur aktif, berupa tenaga endogen seperti pengangkatan, perlipatan dan pensesaran. Dengan kata lain, bentuk lahan yang berkaitan erat dengan hasil gaya endogen yang dinamis termasuk gunung api, tektonik (lipatan dan sesar), misal : gunungapi, pegunungan antiklin dan gawir sesar.
- Morfostruktur pasif, bentuk lahan yang diklasifikasikan berdasarkan tipe batuan maupun struktur batuan yang ada kaitannya dengan denudasi misalnya mesa, cuesta, hogback dan kubah.
- Morfodinamik, berupa tenaga eksogen yang berhubungan dengan tenaga air, es, gerakan masa dan kegunungapian. Dengan kata lain, bentuk lahan yang

berkaitan erat dengan hasil kerja gaya eksogen (air, es, angin dan gerakan tanah), misal gumuk pasir, undak sungai, pematang pantai dan lahan kritis.

3.1.2. Pola Pengaliran dan Stadia Erosi

Pola pengaliran adalah kumpulan jalur-jalur pengaliran hingga bagian terkecilnya pada batuan yang mengalami pelapukan atau tidak, ditempati oleh sungai secara permanen (Arthur Davis Howard, 1966).

Berdasarkan klasifikasi Arthur Davis Howard (1966), maka di daerah penelitian terdapat tiga jenis pola pengaliran, yaitu pola pengaliran *Trellis*, *subdendritik*, dan *angulate* (Lihat Gambar 3.1). Pola pengaliran *Trellis* merupakan pola dasar yang menunjukkan aliran cabang-cabang sungai kecil yang berukuran sama dengan aliran tegak lurus terhadap sungai induk dan mencerminkan kekar atau sesar yang saling tegak lurus serta menunjukkan daerah lipatan dan patahan yang paralel. Pola pengaliran *Subdendritik* merupakan perkembangan dari pola dasar *dendritik*, karena pengaruh dari topografi yang memiliki kemiringan lereng antara landai hingga miring dan resistensi batuan dan tanah yang relatif seragam, sehingga dihasilkan bentukan pola pengaliran menyerupai cabang pohon, kemudian faktor pengontrol berupa struktur juga mempengaruhi, namun tidak dominan. Pola pengaliran *angulate* merupakan pola perkembangan dari pola dasar *rectangular*, pada pola ini kontrol struktur sangat berpengaruh, kelurusan anak sungai diakibatkan kekar-kekar dan terdapat kelokan sungai tajam yang merupakan tanda-tanda adanya sesar

Berdasarkan sifat aliran sungai adalah *eksternal*, yakni aliran air yang berada dipermukaan yang membentuk sungai maupun danau, kemudian berdasarkan genesanya, terdapat sungai *subsekuen*, *resekuen*, *obsekuen*. Sungai dengan aliran *subsekuen* adalah sungai yang mengalir sepanjang jurus perlapisan batuan dan membentuk lembah sepanjang daerah lunak, seperti pada hulu Kali Plered, Kali Lunyu, Kali Oyo bagian barat daya daerah telitian dan pada sungai-sungai yang melalui Daerah Randusari, Kluwih, Karanggumuk, Kemejing, Tempuran Wetan, dan Kampong Lor. Kemudian sungai dengan aliran *resekuen* adalah sungai yang mengalir searah dengan arah kemiringan lapisan batuan, seperti pada sungai-sungai

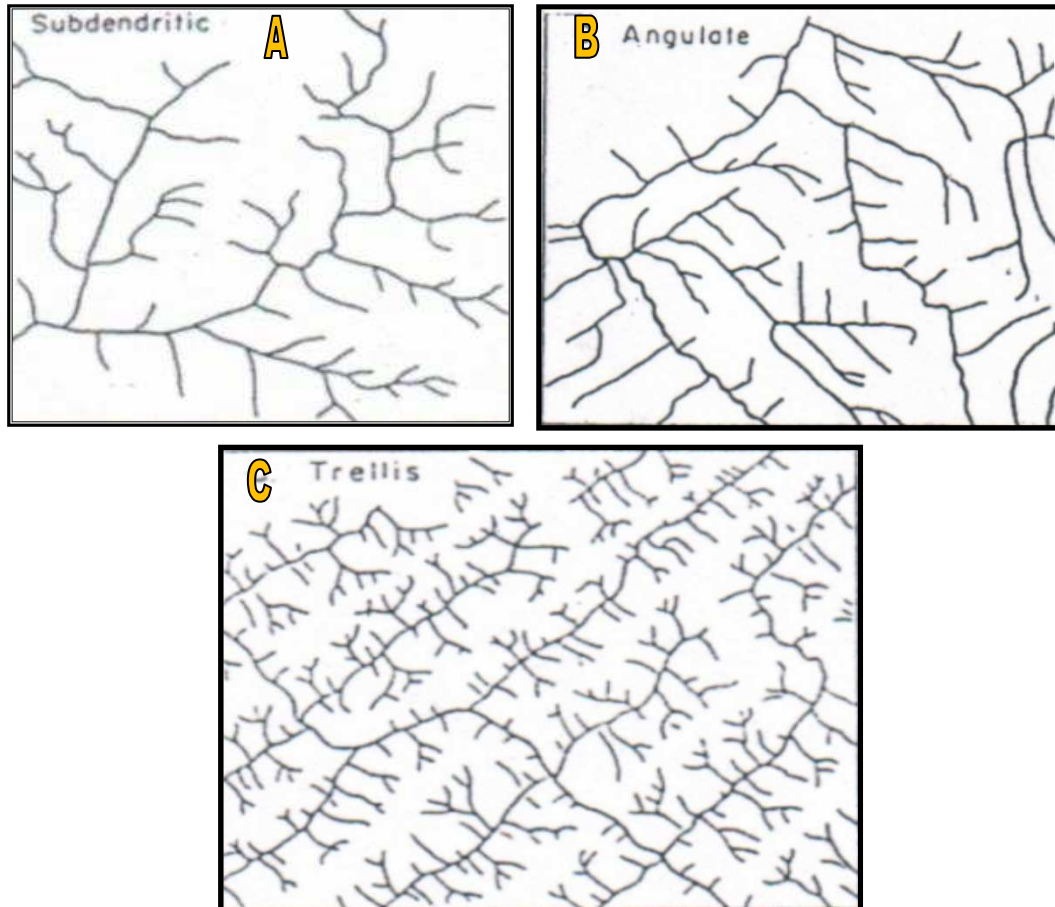
pada morfologi homoklin dan sayap selatan antiklin, yaitu pada daerah Gelaran, Kalitekuk, dan Watusigar. Sungai *Obsekuen* adalah sungai yang mengalir berlawanan dengan arah kemiringan lapisan batuan, umumnya berada pada sayap utara antiklin, antara lain pada daerah Dringo, kembang, Ngelo Kidul dan kepil.

Pada daerah penelitian di Desa Kalitekuk dan sekitarnya, Kecamatan Semin, terdapat beberapa bentukan morfologi antara lain perbukitan, lembah, dan tubuh sungai yaitu Kali Oyo. Pada daerah barat laut lokasi penelitian, yakni disekitar daerah Gelaran, Desa Kampung Kidul, morfologi berupa perbukitan homoklin dengan kemiringan lapisan relatif ke selatan. Di tenggara perbukitan homoklin, pada Desa Kalitekuk, Desa Watusigar dan Desa Bendung terdapat morfologi berupa perbukitan, namun perbukitan antiklin, di sebelah utaranya terdapat morfologi berupa lembah sinklin dan perbukitan sinklin dengan arah perbukitan dan lembahnya relatif memanjang dengan pola barat daya – timur laut, hal tersebut disebabkan pada daerah tersebut dikontrol oleh struktur geologi berupa lipatan baik antiklin maupun sinklin. Morfologi berupa dataran dan tubuh sungai berada di daerah selatan lokasi penelitian pada daerah Randusari, (Lihat Foto 3.9). Umumnya, morfologi berupa dataran di gunakan warga sebagai lahan persawahan.

Kontrol struktur geologi pada daerah telitian sangat berpengaruh terhadap pembentukan morfologi, kemiringan lereng dan pola pengaliran. Pola-pola perbukitan dan lembah mencerminkan adanya lipatan, dibuktikan di lapangan berupa lembah dan perbukitan yang arahnya relatif sama dengan arah sumbu lipatan. Pola pengaliran menunjukkan terdapatnya kekar-kekar dan sesar dibuktikan di lapangan berupa kenampakan anak sungai yang tegak lurus dengan sungai utama yang mencerminkan kekar dan sesar yang saling tegak lurus selain itu juga terdapat pembelokan sungai yang tajam yang menunjukkan adanya sesar yang terdapat pada daerah telitian.

Proses pengerosian pada daerah penelitian diinterpretasikan tidak begitu kuat, dibuktikan dengan masih adanya punggungan di bagian barat laut daerah telitian dan adanya perbukitan dengan lereng yang curam atau terjal, kemudian bentuk lembah di daerah penelitian relatif curam di bagian barat laut dan lainnya relatif landai. Sungai-

sungai yang mengalir pada daerah penelitian tidak terlalu besar, seperti pada Sungai Oyo dengan lebar sungai lebih dari 30 meter dan sungai-sungai kecil yang mengalir Sungai Oyo yaitu Kali Plered dan Kali Lunyu. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa stadia daerah penelitian adalah stadia dewasa.



Gambar 3.1: A. Pola pengaliran ubahan *subdendritik*, B. Pola pengaliran ubahan *angulate*, C. Pola pengaliran dasar *trellis* (A.D. Howard, 1967)

3.1.3. Geomorfologi Daerah Kalitekuk dan Sekitarnya

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi tersebut dengan disertai klasifikasi menurut Van Zuidam, (1983), maka bentuk lahan pada daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi 2 satuan geomorfik (Lihat lampiran Peta Geomorfologi) yaitu :

1. Satuan Geomorfik Bentukan Asal Struktural
 - 1.1 Subsatuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (S1)
 - 1.2 Subsatuan Geomorfik Perbukitan Antiklin (S2)
 - 1.3 Subsatuan Geomorfik Perbukitan Sinklin (S3)
 - 1.4 Subsatuan Geomorfik Lembah Sinklin (S4)
2. Satuan Geomorfik Bentukan Asal Fluvial
 - 2.1 Subsatuan Geomorfik Tubuh Sungai (F1)
 - 2.2 Subsatuan Geomorfik Dataran Aluvial (F2)

3.1.3.1. Satuan Geomorfik Bentukan Asal Struktural

Struktur geologi adalah faktor dominan yang mengontrol atau mengendalikan bentuk-bentuk permukaan bumi dan struktur geologi tersebut tercermin dalam bentuklahannya. Pada dasarnya struktur geologi (lipatan, kekar, sesar) dapat ditafsirkan keberadaannya melalui pola atau sifat garis kontur pada peta topografi. Pola garis kontur pada daerah penelitian menunjukkan perbukitan dengan lapisan batuan yang miring ditunjukkan oleh kemiringan lapisan batuan ke satu arah atau yang mengarah pada daerah yang lebih landai. Selain itu terdapat juga kemiringan dua arah yang berlawanan dapat disebut sebagai lipatan yaitu antiklin dan sinklin. Keberadaan sesar pada daerah telitian ditunjukkan oleh adanya kelurusan atau *off set* dari aliran sungai. Satuan geomorfik struktural terdiri dari empat subsatuan geomorfik, yakni subsatuan geomorfik perbukitan homoklin, subsatuan geomorfik perbukitan antiklin, subsatuan geomorfik perbukitan sinklin dan subsatuan geomorfik lembah sinklin. Pada satuan geomorfik bentukan asal struktural ini disusun oleh litologi breksi, batupasir vulkanik, batupasir gampingan, batulempung, dan batugamping.

3.1.3.1.1. Subsatuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (S1)

Subsatuan geomorfik perbukitan homoklin menempati luasan 8% dari seluruh daerah penelitian, dengan morfologi berupa perbukitan yang bergelombang, dengan kemiringan lereng relatif sama yaitu kearah selatan, yakni miring (8-13%) hingga curam (21-55%), mempunyai kisaran elevasi antara 213,6 – 375 mdpl. Bentuk lembah landai sampai curam, pola pengaliran *subdendritik*. Subsatuan perbukitan homoklin tersusun dari litologi berupa breksi dari satuan batuan breksi Nglanggran serta batupasir, batupasir vulkanik, batulempung, dari satuan batuan batupasir Semilir.

3.1.3.1.2. Subsatuan Geomorfik Perbukitan Antiklin (S2)

Subsatuan geomorfik perbukitan antiklin menempati luasan 57% dari seluruh daerah penelitian, merupakan morfologi berupa perbukitan yang bergelombang dan terdapat struktur berupa sesar mendatar dengan arah utara - selatan dan antiklin dengan arah timur laut – barat daya, dengan kemiringan lereng landai (3-7%) hingga miring (8-13%), mempunyai kisaran elevasi antara 168,8 – 246,6 mdpl. Bentuk lembah relatif landai, pola pengaliran *angulate* dan *trellis*. Subsatuan perbukitan antiklin tersusun dari litologi berupa breksi, batupasir vulkanik, batupasir gampingan dan batulempung.

3.1.3.1.3. Subsatuan Geomorfik Perbukitan Sinklin (S3)

Subsatuan geomorfik perbukitan sinklin menempati luasan 14% dari seluruh daerah penelitian, merupakan morfologi berupa perbukitan yang bergelombang dan terdapat struktur berupa sesar mendatar dengan arah utara – selatan dan sinklin dengan arah timur laut - barat daya dengan kemiringan lereng landai (3-7%) hingga miring (8-13%), mempunyai kisaran elevasi antara 212,9 – 246,9 mdpl. Bentuk lembah relatif landai, pola pengaliran *subdendritik* dan *trellis*. Subsatuan perbukitan sinklin tersusun dari litologi berupa batugamping.

3.1.3.1.4. Subsatuan Geomorfik Lembah Sinklin (S4)

Subsatuan geomorfik perbukitan sinklin menempati luasan 18% dari seluruh daerah penelitian, merupakan morfologi berupa lembah yang relatif datar dan terdapat

struktur berupa sesar mendatar dengan arah utara – selatan dan sinklin dengan arah timur laut - barat daya dengan kemiringan lereng datar/hampir datar (0-2%) hingga landai (3-7%), mempunyai kisaran elevasi antara 197,8 – 204,9 mdpl. Bentuk morfologi relatif datar, pola pengaliran *subdendritik* dan *angulate*. Subsatuan perbukitan lembah sinklin tersusun dari litologi berupa batugamping.



Foto 3.1: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Jambu, Desa Kampung Kidul. Koordinat X:466768 ; Y:9134680. Arah kamera N270°E, cuaca cerah.



Foto 3.2: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Candi, Desa Kampung Kidul. Koordinat X:466052 ; Y:9134926. Arah kamera N265°E, cuaca berawan



Foto 3.3: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Gelaran, Desa Kampung Kidul.

Koordinat X:465302 ; Y:9135208. Arah kamera N087°E, cuaca cerah.



Foto 3.4: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan perbukitan sinklin (S3), foto diambil pada daerah Jambu, Desa kampung Kidul.

Koordinat X:465842 ; Y:9134589. Arah kamera N056°E, cuaca cerah.



Foto 3.5: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan homoklin (S1) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Jurangjero, Desa Kampung Kidul. Koordinat X:465512 ; Y:9135510. Arah kamera N120°E, cuaca cerah.

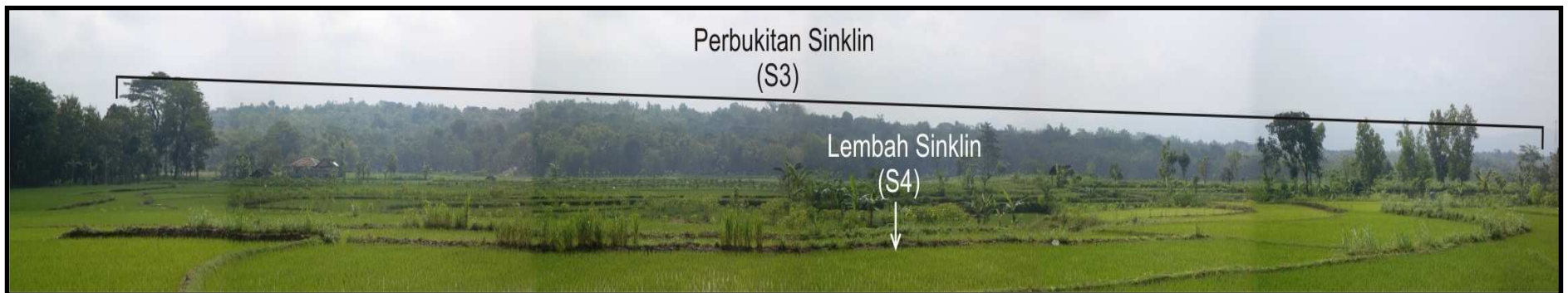


Foto 3.6: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan sinklin (S3) dan lembah sinklin (S4), foto diambil pada daerah Candi, Desa Kampung Kidul. Koordinat X:466202 ; Y:9134110. Arah kamera N265°E, cuaca cerah.



Foto 3.7: Kenampakan subsatuan geomorfik perbukitan antiklin (S2), foto diambil pada daerah Tapansari, Desa Watusigar. Koordinat X:465602 ; Y:9131210.
Arah kamera N255°E, cuaca berawan.

3.1.3.2. Satuan Geomorfik Bentuk Asal Fluvial

Berdasarkan bentuk lahan yang ada, satuan geomorfik fluvial terdiri dari dua subsatuan geomorfik, yaitu subsatuan geomorfik tubuh sungai (F1) dan subsatuan geomorfik dataran aluvial (F2). Satuan geomorfik bentukan asal fluvial ini dikontrol oleh adanya proses pengerosian, sehingga dengan adanya proses erosi, maka akan dihasilkan bentukan morfologi yang mencirikan adanya proses erosi yang bekerja pada daerah tersebut. Pada satuan geomorfik bentukan asal fluvial, litologi disusun oleh material lepas hasil rombakan batuan disekitarnya yang berukuran lempung, pasir, kerikil, hingga bongkah.

3.1.3.2.1. Subsatuan Geomorfik Tubuh Sungai (F1)

Subsatuan geomorfik tubuh sungai, menempati luasan 1% dari seluruh daerah penelitian, merupakan tubuh sungai pada Sungai Oyo yang terletak di daerah Selatan lokasi penelitian, lebar sungai mencapai lebih dari 30 meter, mengalir dari arah timur ke barat daerah penelitian. Bentuk tubuh sungai relatif berkelok-kelok (*meandering*), mempunyai elevasi kurang dari 158,9 mdpl.

3.1.3.2.2. Subsatuan Geomorfik Dataran Aluvial (F2)

Subsatuan geomorfik dataran aluvial yang menempati luasan 2% dari seluruh daerah penelitian, relief berupa dataran, dengan kelerengan datar/hampir datar (0-2%) , mempunyai kisaran elevasi antara 162,5 - 163,5 mdpl. Satuan geomorfik ini tersusun dari material lepas hasil erosi dan pelapukan dari batuan yang berukuran lempung, pasir, kerikil, hingga bongkah. Subsatuan geomorfik ini terletak di bagian Selatan daerah penelitian, dataran yang berada dekat sepanjang Sungai Oyo, dan pada bagian. Dataran aluvial ini umumnya digunakan warga sebagai lahan pertanian, sawah, dan pemukiman.



Foto 3.8: Kenampakan subsatuan geomorfik tubuh sungai (F1) dan dataran aluvial (F2), foto diambil pada Jembatan di atas Sungai Oyo, daerah Randusari, Desa Watusigar. Koordinat X:465952 ; Y:9130122. Arah kamera N187°E, cuaca berawan.



Foto 3.9: Kenampakan subsatuan geomorfik dataran aluvial (F2) foto diambil pada daerah Randusari, Desa Watusigar. Koordinat X:465782 ; Y:9130150. Arah kamera N128°E, cuaca cerah

3.2 Stratigrafi Daerah Kalitekuk dan Sekitarnya

Berdasarkan pada pemetaan geologi permukaan yang telah dilakukan pada daerah penelitian, terdapat 4 macam satuan batuan yang berumur dari Miosen Awal hingga Holosen, disebutkan dari tua hingga ke muda, yaitu:

1. Satuan Batupasir Vulkanik Semilir (Miosen Awal - Miosen Tengah)
2. Satuan Breksi Nglanggran (Miosen Awal - Miosen Tengah)
3. Satuan Batugamping Kepek (Miosen Akhir – Pliosen Awal)
4. Satuan Pasir Lepas (Holosen)

Satuan batuan batuan diatas, diambil berdasarkan dari kemiripan karakteristik litologi, termasuk tekstur batuan, struktur sedimen, komposisi mineral, dan kandungan fosil. Hubungan stratigrafi antara satuan batuan yang satu dengan yang lain berdasarkan pada posisi stratigrafi dan bukti keadaan kontak satuan batuan di lapangan. Kandungan fosil telah digunakan untuk mengetahui kisaran umur batuan. Identifikasi lingkungan pengendapan berdasarkan beberapa aspek yaitu, fisik (tekstur dan struktur sedimen), kimia (komposisi litologi), dan biologi (kandungan fosil).

Batuan yang ditemukan pada daerah penelitian telah dikelompokkan berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia dan tata nama yang telah dipakai oleh peneliti terdahulu (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1996).

Umur Geologi		BLOW (1969)	Satuan Batuan	Simbol Lithologi	Pemerian
Zaman	Kala				
KUARTER	Holosen		Pasir Lepas		Satuan Pasir Lepas : Material lepas (belum terkonsolidasi), dengan ukuran butir lempung hingga kerakal. Endapan disusun oleh hasil rombakan berbagai jenis batuan disekitarnya. Pada daerah penelitian terendapkan di bagian barat daya, sepanjang Sungai Oyo.
	Pleistosen	N23			
		N22			
		N21			
TERSIER	Pliosen	N20			
		N19			
	Awal	N18	Batugamping Kepek		Satuan Batugamping Kepek : Terdiri dari perselingan antara kalkarenit dan kalsilitut. Kalkarenit, putih, perlapisan (tebal lapisan antara 20-50cm) dan mengandung fosil mikro. Lingkungan bathimetri pada Neritik Tepi - Neritik Tengah dengan umur Miosen Akhir - Pliosen Awal. Total ketebalan yang diperoleh dari pengukuran penampang sayatan geologi kurang lebih 200m.
		N17			
	Akhir	N16			
		N15			
	Tengah	N14			
		N13			
		N12			
		N11			
		N10			
		N9			
	Awal	N8	Breksi Nglanggran		Satuan Breksi Nglanggran : Breksi andesit, coklat-hitam, krikil-bongkah, sortasi buruk, dengan matriks berupa batupasir silika dan fragmen andesit. Dengan lingkungan bathimetri pada Bathial. Tebal satuan berdasarkan penampang sayatan geologi kurang lebih 300m.
		N7			
		N6	Batupasir Vulkanik Semilir		Satuan Batupasir Vulkanik Semilir : Perselingan batupasir, breksi polimik dan batulempung. Batupasir vulkanik gampingan, batupasir vulkanik, batulempung. Mengandung tuff, foraminifera kecil, kuarsa dan mafik mineral. Dibeberapa tempat terdapat struktur sedimen berupa perlapisan, laminasi, perlapisan bersusun, laminasi bergelombang dan silang siur. Dari hasil analisa mikropaleontologi didapatkan bahwa Satuan Batupasir Vulkanik Semilir terendapkan pada lingkungan bathimetri Bathial Atas - Bathial Bawah, dengan umur Miosen Awal-Miosen Akhir. Berdasarkan penampang sayatan geologi, tebal satuan ini adalah lebih dari 800m.
		N5			

Gambar 3.3: Stratigrafi daerah penelitian (penulis, 2011)

3.2.1 Satuan Batupasir Vulkanik Semilir (Miosen Awal - Miosen Tengah)

3.2.1.1 Litologi

Secara spesifik, Satuan Batupasir Semilir pada daerah penelitian merupakan tipe endapan perselang - selingan antara batupasir vulkanik dengan batulempung gampingan, batupasir vulkanik gampingan, batulempung dan di beberapa tempat terdapat batupasir kerikilan dan sisipan breksi dengan fragmen andesit dan pumice.

Batupasir vulkanik (Foto 3.12) memiliki ketebalan rata-rata 2-90 cm, berlapis baik (*well bedded*), berwarna coklat terang hingga coklat gelap, membundar - membundar tanggung, terpilah buruk hingga baik, kemas terbuka hingga tertutup, struktur sedimen yang sering dijumpai umumnya struktur pada endapan turbidit seperti pada sekuen bouma (interval a - e) seperti erosional struktur pada bagian bawah berupa, *graded bedding*, *masif* (lihat foto 3.10), laminasi sejajar (lihat foto 3.12), laminasi bergelombang dan silang siur (lihat foto 3.11 - interval c) serta perlapisan lempung. Komposisi mineral kuarsa, feldspar, *mafic mineral*, kalsit dan pada beberapa lapisan yang memiliki ukuran butir sangat halus memiliki kandungan fosil foraminifera kecil.

Batupasir gampingan (Foto 3.14) berwarna coklat terang hingga abu-abu kehitaman, berlapis baik dan masif tanpa struktur, *graded bedding*, laminasi sejajar dan laminasi bergelombang memiliki tebal 9-25 cm, komposisi berupa kuarsa, *mafic mineral*, plagioklas dan mineral lempung namun pada beberapa lokasi, lapisan ini banyak mengandung foraminifera kecil.

Batupasir kerikilan (Foto 3.15) memiliki ketebalan lebih dari 40 cm berlapis baik berwarna coklat terang hingga coklat tua, ukuran butir mencapai kerikil dengan matriks pasiran, menyudut tanggung hingga membundar tanggung, terpilah buruk hingga baik, kemas terbuka, struktur sedimen masif. Komposisi mineral kuarsa, plagioklas, *mafic mineral* dengan fragmen batuan beku andesit yang berukuran kerikilan.

Breksi andesit pumice (foto 3.13) memiliki ketebalan lebih dari 50 cm, berlapis baik, berwarna abu-abu gelap hingga hitam, ukuran butir dari kerikil sampai bongkah

dengan fragmen andesit dan pumice dan matriks batupasir krikilan, membundar tanggung hingga menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, struktur sedimen *graded bedding* dan masif.

Selain itu, di beberapa tempat terdapat singkapan berupa perlapisan antara batupasir vulkanik yang tanpa ada sama sekali unsur karbonat. Contohnya adalah pada lokasi singkapan Lp-48 (Lihat lampiran Profil Bendung), di daerah Desa Bendung, singkapan perlapisan antara batupasir vulkanik dan breksi andesit pumice dengan tebal kurang lebih 9,72 meter, pada bagian singkapan setelah di tes menggunakan HCl, ternyata perlapisan batupasir vulkanik tidak ada reaksi sama sekali, hal ini mengindikasikan bahwa batuan ini memiliki semen silika. Batupasir vulkanik; coklat; ukuran butir pasir kasar - kerikil; perlapisan; membundar tanggung – menyudut tanggung; komposisi mineral kuarsa, *mafic mineral* (ketebalan lapisan lebih dari 40 cm).

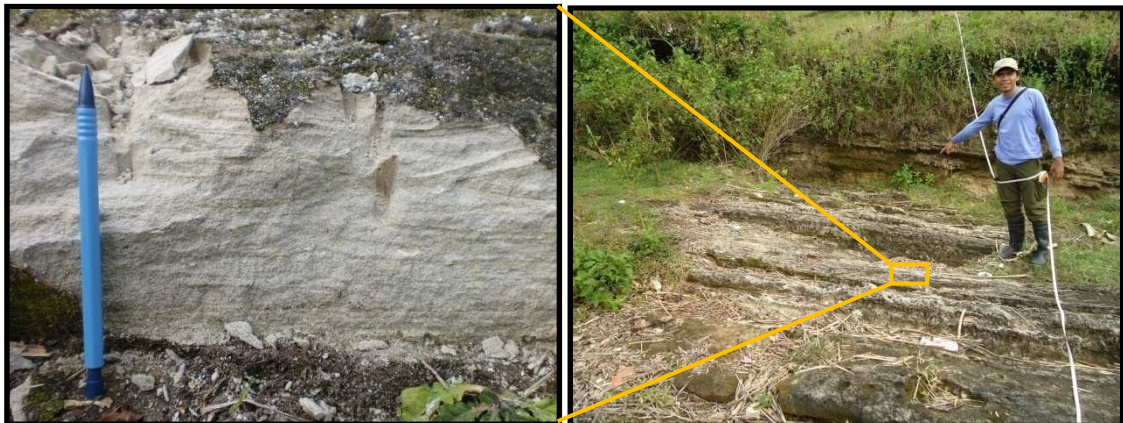
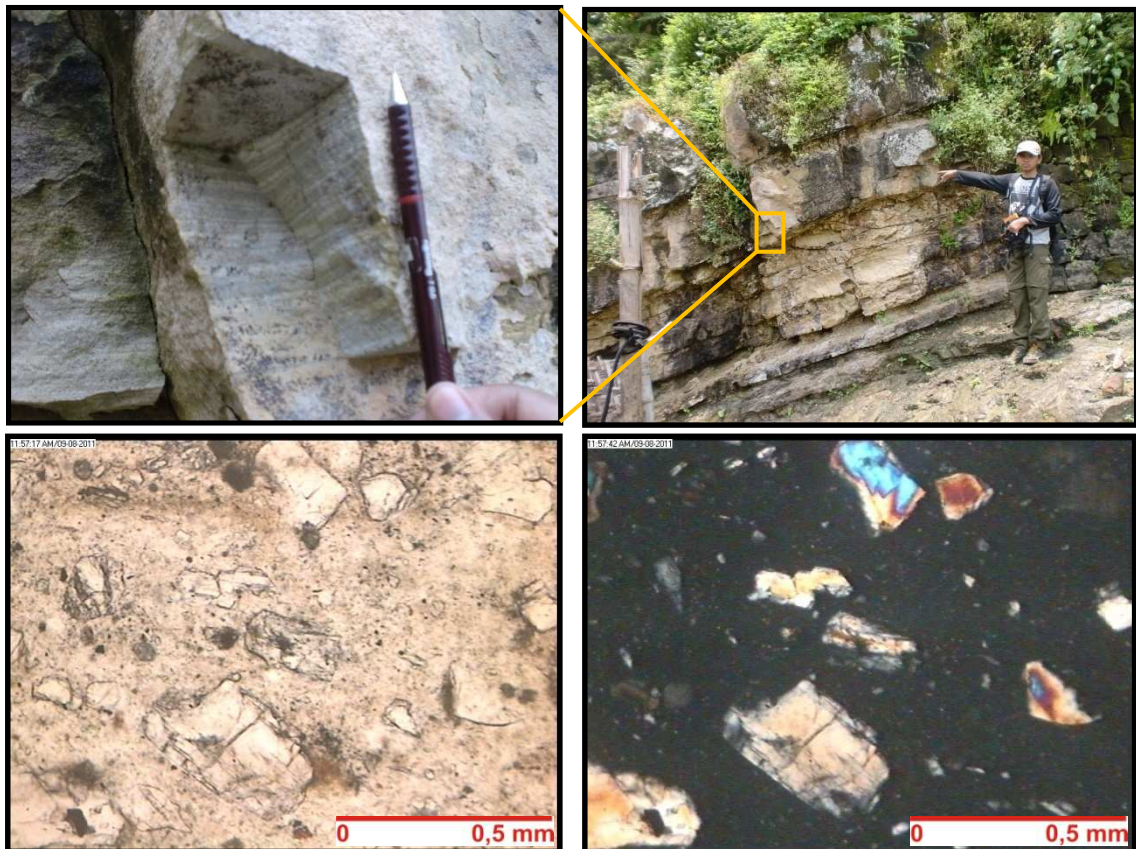


Foto 3.10: Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa silang siur (merupakan *classical turbidite*, pada klasifikasi *facies turbidite*, Walker, 1973). Foto diambil pada Lp-115, Daerah Kali Lunyu di Desa Kalitekuk.



Nikol Seजार

Nikol Silang

Foto 3.11: Singkapan Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan *masif sandstone*, pada klasifikasi *facies turbidite*, Walker, 1973). Foto diambil pada Lp-10, Desa Kampung Kidul, terletak disamping rumah warga. Dari analisa petrografi mengandung plagioklas, kuarsa, mineral opak, piroksen, dan hornblende. *Arkosic Wacke* (Gilbert, 1954).

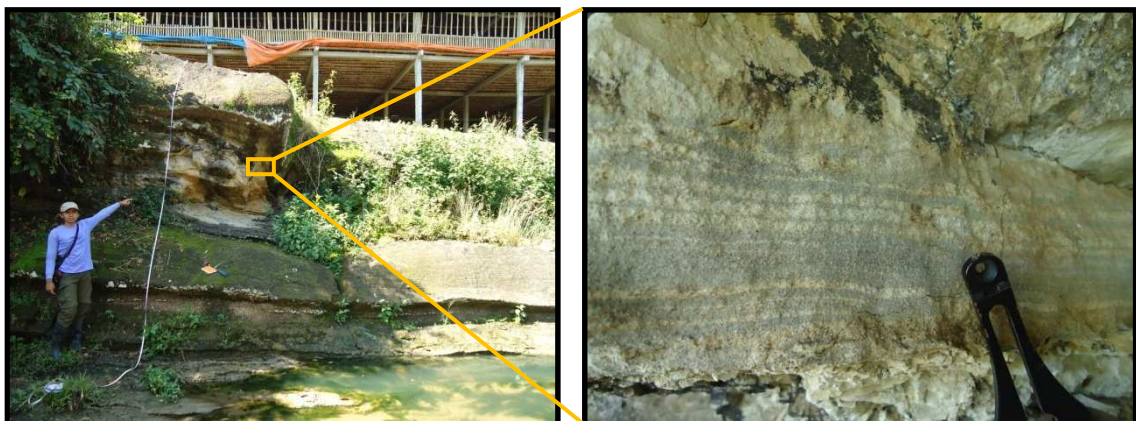
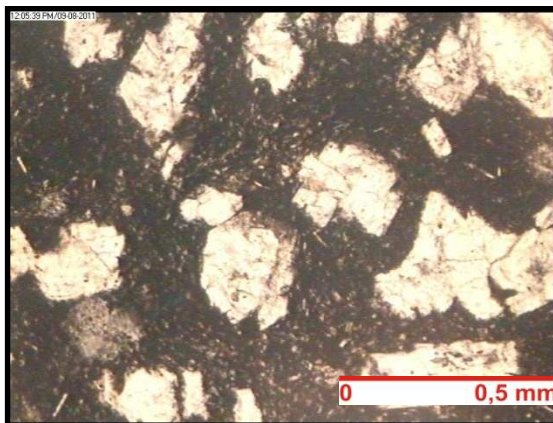
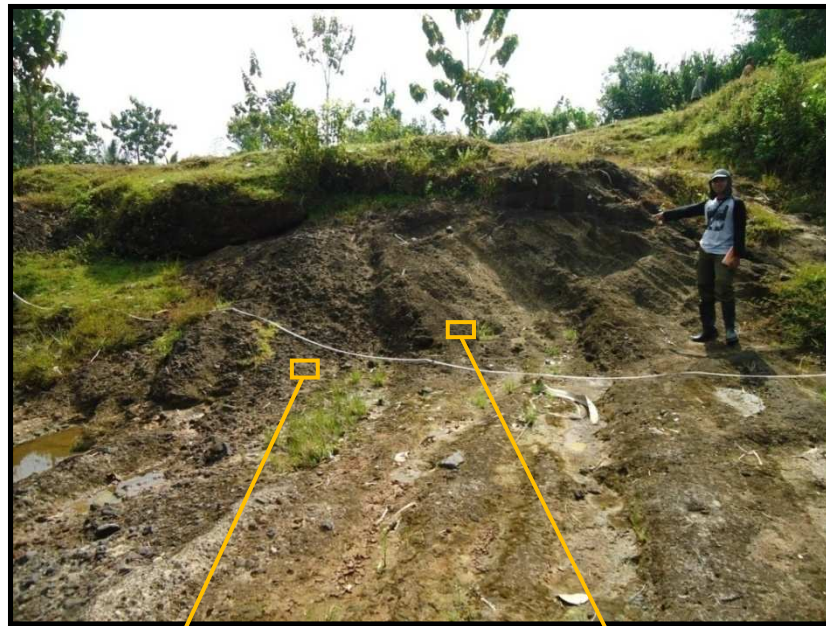


Foto 3.12: Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Menunjukkan penebalan ke atas. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan *classical turbidite*, pada klasifikasi *facies turbidite*, Walker, 1973). Foto diambil pada Lp-114, Daerah Kali Lunyu di Desa Kalitekuk.



Nikol Sejajar

Nikol Silang

Foto 3.13: Breksi andesit pumice yang menunjukkan struktur sedimen perlapisan bersusun, semakin ke atas menunjukkan batupasir vulkanik krikilan. (merupakan *conglomerates-pebbly sandstone*, pada klasifikasi *facies turbidite*, Walker, 1973). Foto diambil pada Lp-116, Daerah Kali Lunyu di Desa Kaliteuk. Dari analisa petrografi pada fragmen breksi yaitu didapat pumice dan Andesit (William, 1954).



Nikol Sejajar

Nikol Silang

Foto 3.14: Perlapisan yang baik antara batulempung, batupasir vulkanik. Kehadiran sikuen bouma lengkap mulai dari T-a sampai T-e. Batupasir vulkanik dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (merupakan *classical turbidite*, pada klasifikasi *facies turbidite*, Walker, 1973). Foto diambil pada Lp-77, Daerah Kali Joho di Desa Kalitekuk. Dari analisa petrografi mengandung plagioklas, kuarsa, mineral opak, piroksen dan sedikit lumpur karbonat. *Calcareous arkosic wacke* (Gilbert, 1954).



Foto 3.15: Batupasir vulkanik kerikilan dengan semen gampingan, ukuran butir pasir sedang sampai kerikil, agak membundar, sortasi buruk, kemas terbuka. Foto diambil pada Lp-45, di Desa Semin.

3.2.1.2 Penyebaran

Satuan Batupasir Vulkanik Semilir pada daerah penelitian menempati $\pm 65 \%$ dari daerah penelitian dan menghampar dari barat ketimur di bagian selatan daerah penelitian meliputi Desa Kampung Kidul, Daerah Gelaran, Jurang jero dan di sebelah selatan daerah penelitian meliputi Desa Bendung, Desa Kalitekuk dan Desa Watusigar. Berdasarkan penampang sayatan geologi maka didapatkan ketebalan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir kurang lebih 400 meter, dengan litologi penyusun yang didominasi oleh perselang-selingan batupasir vulkanik, batupasir vulkanik kerikilan, batupasir vulkanik gampingan dan batulempung dengan sisipan breksi yang terdapat di beberapa tempat.

3.2.1.3 Umur

Pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, dilakukan analisa fosil mikro plankton pada 7 sampel batuan yang tersebar dan mewakili daerah penelitian. Pada analisa laboratorium mikropaleontologi dijumpai fosil foraminifera planktonik untuk penentuan umur batuan, yaitu *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia obesa*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides diminutus*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides primordius*, *Orbulina universa*, *Globigerina siakensis*, *Orbulina bilobata*, *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerina venezuelana*, *Orbulina universa*, *Globorotalia peripheroacuta*, *Globigerina praebulloide*, *Globigerina binaensis*, *Globigerina venezuelana*, *Globorotalia siakensis*. Sampel batuan yang diambil pada 5 lokasi dan 7 sampel di Satuan Batupasir Vulkanik Semilir antara lain pada Lp-10, Lp-45, Lp-94, Lp-77, Lp-114 (Lihat lampiran penampang profil). Berdasarkan analisa fosil mikro, pada singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dibagian utara daerah penelitian, pada Lp-10 (Formasi Semilir bagian bawah) didapatkan umur N5 (Miosen Awal), Lp-10 yang terletak dibagian barat laut dari Lp-114 (Formasi Semilir bagian tengah) yang mempunyai umur lebih muda yaitu N7 – N9 (Miosen Awal – Miosen Tengah). Kemudian pada bagian timur dari Lp-114 juga ditemukan singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, secara stratigrafi pada bagian timur berumur N9 (Miosen Tengah), kemudian Lp-94 (Formasi Semilir bagian atas) dengan umur N9

(Miosen Tengah), dan Lp-77 (Formasi Semilir bagian atas) dengan umur N7 – N9 (Miosen Awal – Miosen Tengah).

Dari hasil analisis seluruh sampel batuan yang dilakukan pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, didapat kisaran umur pembentukan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir adalah pada umur N5 – N9 (Miosen Awal – Miosen Tengah).

3.2.1.4 Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik pada contoh yang sama dan dapat dilihat pada pembagian zona bathimetri menurut Bandy, 1967. Berdasarkan analisis fosil bentos, yaitu *Pleurostomella sp*, *Gavelinonion barleeaanum*, *Bolivina nitida*, *Pleurostomella brevis*, *Anomalina globulosa*, *Guttulina austriaca*, *Bulimina pupoides*, *Astrononion fijiense*, *Bulimina pupoides*, *Virgulina bradyi*, *Bolovina subspinescens*, *Virgulina rotundata*, *Nodosaria simplex*, *Lagena distoma*, *Fronidicularia compta*, *Siphotextularia crispate*, *Cassidulina subglobosa*, *Vaginulina Americana*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Bulimina pupoides*, *Gullulina yobei*, *Virgulina bradyi*, *Cassidulinoides sp*, *Roberlina tasmanica*, *Nodosaria radricula*, *Globulina minuta*, *Neouvigerina ampullaceal*, *Cassidulinoides parkerianus*.

Berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik, pada bagian utara daerah penelitian, Lp-10 didapatkan lingkungan pengendapan pada kedalaman 200-2000m (Bathial Atas – Bathial Bawah), pada sebelah tenggaranya Lp-10 terdapat Lp-114 dengan lingkungan pengendapan pada kedalaman antara 200-2000m (Bathial Atas – Bathial Bawah), kemudian bagian timur daerah penelitian juga terdapat Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yaitu Lp-45 dengan lingkungan pengendapan pada kedalaman 200-500m (Bathial Atas), Lp-94 dengan lingkungan pengendapan pada kedalaman 500-2000m (Bathial Bawah) dan Lp-77 dengan lingkungan pengendapan pada kedalaman 500-2000m (Bathial Bawah)

Berdasarkan kenampakan lapangan dan hasil analisa beberapa penampang profil (Lihat lampiran penampang profil) pada Satuan Batupasir Semilir yang didominasi oleh perselang-selingan antara litologi batupasir vulkanik, breksi, batupasir vulkanik

gampingan dengan batulempung yang menunjukkan tipe endapan *flysch* yang menunjukkan tipe endapan khas, penciri endapan turbidit pada lingkungan laut dalam. Hal ini juga diperkuat dengan data asosiasi perubahan ketebalan, perubahan ukuran butir serta asosiasi kehadiran struktur sedimen pada daerah telitian, struktur pada interval sekuen Bouma sering dijumpai seperti erosional struktur dan graded bedding (interval a), parallel bedding (interval b), parallel lamination (Foto 3.12 interval d), dan juga terdapat batupasir vulkanik kerikilan (Foto 3.15), asosiasi kehadiran struktur ini merupakan data yang memperkuat bahwa Satuan Batupasir Vulkanik Semilir terendapkan dengan mekanisme pengendapan berupa arus *turbidit* pada lingkungan laut dalam.

Berdasarkan hasil analisa benthos pada 7 sampel yang diambil di Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, menunjukkan bahwa satuan batuan ini terendapkan pada lingkungan Bathial Atas – Bathial Bawah.

3.2.1.5 Hubungan Stratigrafi

Satuan Batupasir Semilir merupakan satuan batuan tertua yang terdapat pada daerah telitian. Hubungan stratigrafi dengan Satuan Breksi Nglanggran adalah beda fasies menjari, sedangkan hubungan dengan Satuan Batugamping Kepek adalah tidak selaras. Dari data kedudukan perlapisan batuan, pada beberapa daerah memiliki kedudukan yang tidak beraturan dan kedudukan lapisan yang kemiringannya saling berlawanan, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa di daerah tersebut telah mengalami perlipatan dan mengindikasikan adanya sesar.

3.2.2. Satuan Breksi Nglanggran (Miosen Awal – Miosen Tengah)

3.2.2.1 Litologi

Satuan Breksi Nglanggran (Lihat Foto 3.16) terdiri dari breksi andesit dengan warna coklat terang - hitam, krikil – bongkah, terpilah buruk, membundar tanggung – menyudut, terbuka, komposisi fragmen: batuan vulkanik (andesit), dengan matrik batupasir silika dengan struktur masif.

3.2.2.2 Penyebaran

Satuan Breksi Nglanggran tersebar kurang lebih meliputi $\pm 2\%$ dari daerah penelitian, meliputi Daerah Gelaran, sebelah barat lokasi penelitian . Berdasarkan penampang sayatan geologi, ketebalan total dari Satuan Breksi Nglanggran yaitu kurang lebih dari 200m.

3.2.2.3 Umur

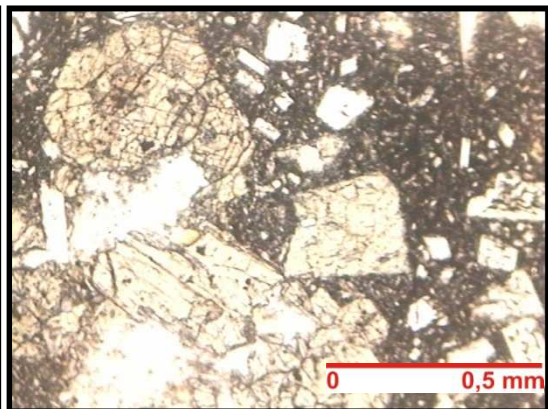
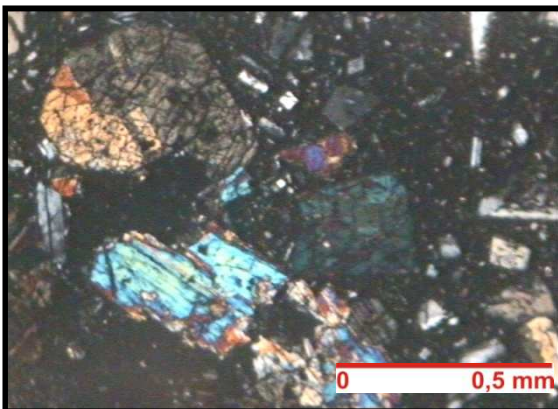
Pada Satuan Breksi Nglanggran penulis tidak mendapatkan fosil mikropaleontologi dikarenakan pada Satuan Breksi Nglanggran penulis hanya mendapatkan lithologi berupa breksi dengan fragmen andesit tanpa ada batupasir atau batulempung yang biasanya terdapat fosil mikropaleontologi. Pada umumnya Formasi Nglanggran miskin akan fosil namun (Sudarminto, 1982 dalam Soerono, 1992) menemukan foraminifera pada sisipan batu lempung yaitu *Globigerina praebulloides*, *Globigerinoides primordius*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globoquadrina dehiscens* yang menunjukkan umur N5-N6 (Miosen Awal). Sedangkan (Saleh, 1977 dalam Surono, 1992) menemukan fosil mikropaleontologi pada sisipan batupasir yaitu *Globorotalia praeminardii*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus* yang menunjukkan umur Miosen Awal – Miosen Tengah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa umur Satuan Breksi Nglanggran N5-N9 (Miosen Awal – Miosen Tengah).

3.2.2.4 Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik pada Satuan Breksi Nglanggran tidak dapat dilakukan karena penulis tidak mendapatkan fosil mikropaleontologi. Menurut (Surono,1992) Struktur sedimen yang dijumpai pada Satuan Breksi Nglanggran adalah perlapisan bersusun, dan cetak beban (*load cast*) menunjukkan adanya aliran longsor (*debris flow*). Pada bagian atasnya ditemukan permukaan erosi yang menunjukkan adanya pengaruh kuat erosi yang menunjukkan adanya pengaruh arus kuat pada waktu pengendapan. Adanya batugamping koral menunjukkan lingkungan laut sehingga, secara umum lingkungan pengendapan adalah laut disertai longsor bawah laut.

3.2.2.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan Satuan Breksi Nglanggran dengan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir adalah beda fasies menjari, hal ini dibuktikan dengan umur yang sama antara Satuan Breksi Nglanggran dengan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir namun mempunyai ciri fisik yang berbeda. Selain itu juga mengacu pada peta geologi daerah penelitian dan peta geologi regional lembar Surakarta-Giritontro, (oleh Surono, B.Toha, I.Sudarno dan S.Wiryosujono, 1992). Tidak ditemukannya kontak secara langsung di lapangan antara Satuan Breksi Nglanggran dengan Satuan Batugamping Kepek, hal ini dikarenakan pada singkapan telah tertutup oleh endapan aluvial.



Nikol Sejajar

Nikol Silang

Foto 3.16: Singkapan Satuan Breksi Nglanggran, merupakan breksi monomik dengan fragmen berupa andesit. Satuan breksi Nglanggran merupakan endapan dari kegiatan vulkanisme yang meningkat dan menghasilkan batuan gunung api yang cukup tebal pada daerah penelitian. Foto diambil pada Lp-110, Daerah Kali Gelaran di Desa Kampung Kidul. Dari analisa petrografi pada fragmen breksi yaitu Andesit (William, 1954).



Foto 3.17: Kontak Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan Satuan Breksi Nglanggran (lihat garis kuning). Foto diambil pada Lp-112, arah kamera ke barat daya.

3.2.3. Satuan Batugamping Kepek (Miosen Akhir – Pliosen Awal)

3.2.3.1 Litologi

Satuan Batugamping Kepek terdiri dari perselingan antara kalkarenit dengan kalsilitut. Kalkarenit, ketebalan 10 – 15 cm, putih (kondisi *fresh*), arenite, buruk, membundar tanggung – menyudut tanggung, komposisi : kalsit, pecahan cangkang dan sedikit kuarsa, di beberapa tempat ditemukan juga yaitu kalkarenit dengan komposisi sedikit tuff. Terdapat struktur sedimen pada Satuan Batugamping Kepek berupa peraliran.

3.2.3.2 Penyebaran

Satuan batuan ini tersebar kurang lebih meliputi ± 31 % dari daerah telitian, meliputi desa Kampung Kidul daerah Surobayan, Sambeng, Batusari Purworejo, Desa Kalitekuk, Daerah Ngelo, Tempuran. Di sebelah barat daya persebaran berada di Desa Watusigar Daerah kepek dan Randusari. Berdasarkan penampang stratigrafi terukur, ketebalan total dari Satuan Batugamping Kepek yaitu kurang lebih 200 m.

3.2.3.3 Umur

Pada Satuan Batugamping Kepek, dilakukan analisa fosil mikro plankton pada 2 sampel batuan yang tersebar dan mewakili daerah penelitian. Pada analisa laboratorium mikropaleontologi dijumpai fosil foraminifera planktonik untuk penentuan umur batuan, antara lain *Orbulina universa*, *Globorotalia obesa*, *Globigerinoides ruber*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides diminutus*, *Globigerina seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Orbulina bilobata*, *Globigerinita sicanus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides obliquus*.

Dilakukan pengambilan sampel untuk analisa mikropaleontologi di 2 tempat, secara stratigrafi dari yang tua adalah Lp-62 didapatkan umur yaitu N16 – N19 (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Lp-88 dengan umur N18 – N19 (Miosen Akhir – Pliosen Awal). Sehingga berdasarkan analisis fosil plankton yang dilakukan pada 2 lokasi

pengamatan Satuan Batugamping Kepek dapat disimpulkan bahwa pembentukan Satuan Batuan ini pada N16 – N19 (Miosen Akhir – Pliosen Awal).

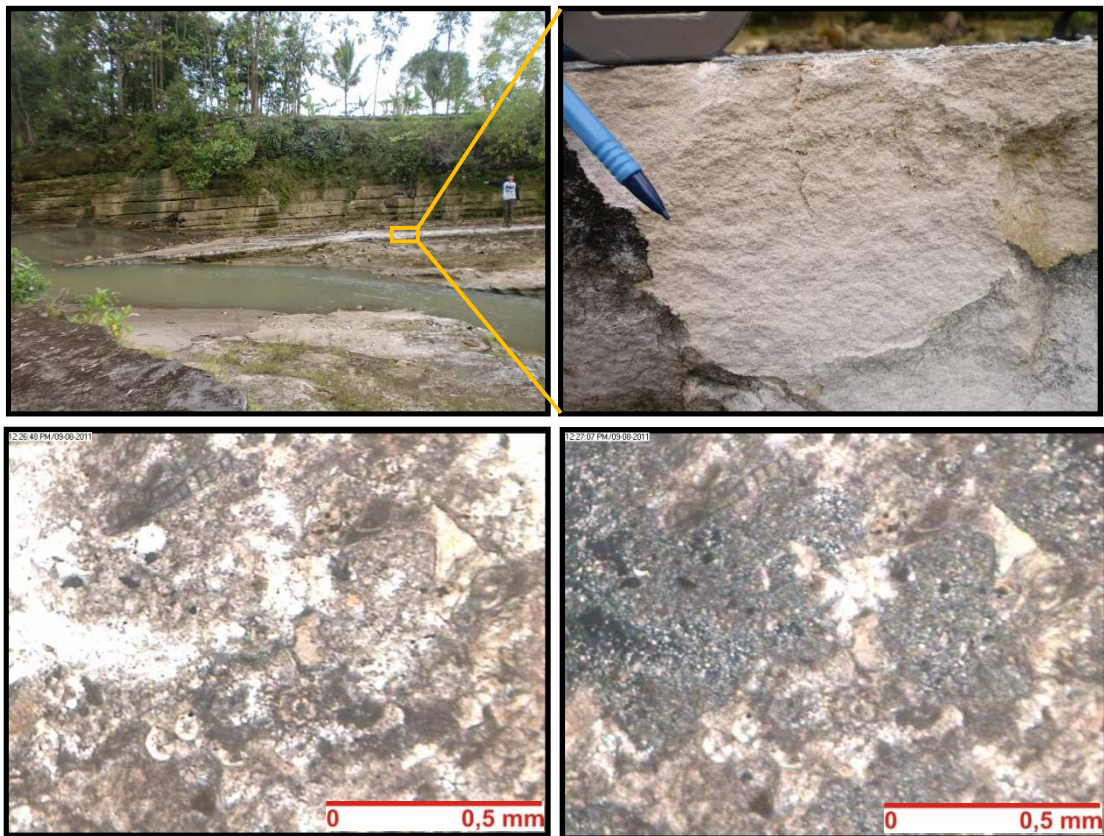
3.2.3.4 Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik pada 2 conto batuan dan dapat dilihat pada pembagian zona bathimetri menurut Bandy, 1967 Antara lain *Nonion depressulum*, *Cibicides praecinclus*, *Cibicides subhaidingerii*, *Rectobolivina virgula*, *Amphicoryna separans*, *Fissurina bradii*, *Operculina ammonoides*, *Anomalinella rostrata*, *Tubinella funalis*, *Hyperammina cylindrica*.

Berdasarkan kandungan fosil foraminifera bentonik dari 2 sampel dari yang paling tua adalah Lp-62 dengan lingkungan bathymetri pada kedalaman 0-100m (Neritik Tepi - Neritik Tengah), kemudian di atas Lp-88 dengan lingkungan pengendapan di kedalaman 20-125m (Neritik Tengah - Neritik Luar). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengendapan Satuan Batugamping Kepek pada lingkungan Neritik Tepi – Neritik Luar pada fase transgresi dan masih dipengaruhi kegiatan gunung api yang dibuktikan dengan adanya komposisi kuarsa, tuff dan mineral mafik pada kandungan kalkarenit.

3.2.3.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan Satuan Batugamping Kepek dengan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir adalah tidak selaras, dibuktikan dengan ditemukan kontak pada Sungai Oyo antara Satuan Batugamping Kepek dengan dip yaitu 6° - 12° dan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan dip 30° - 62°, dapat dicapai dengan melakukan penyusuran Sungai Oyo di Desa Watusigar ke arah barat. Kemudian hubungan stratigrafi tidak selaras dibuktikan dengan adanya umur yang tidak berlanjut, adanya jeda waktu antara Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan Satuan Batugamping Kepek. Sedangkan Satuan Batugamping dengan Satuan Pasir Lepas adalah tidak selaras *angular unconformity*.



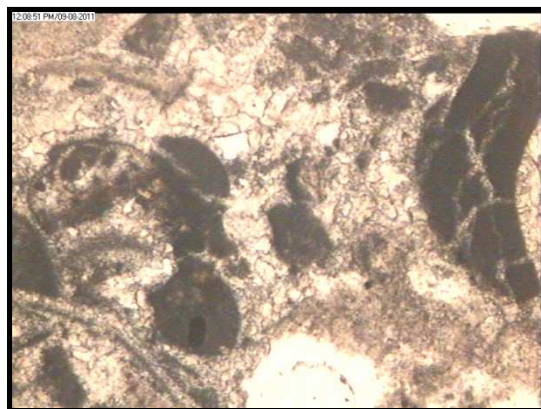
Nikol Sejajar

Nikol Silang

Foto 3.18: Perlapisan yang baik antara kalkarenit dan kalsilutit. Foto diambil pada Lp-62, Daerah Ngelo Lor di Desa Kalitekuk. Dari analisa petrografi mengandung fosil foraminifera, kuarsa dan mineral opak mengindikasikan satuan ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal tetapi masih sedikit dipengaruhi oleh material dari hasil erupsi gunung api di darat. *Wackstone* (Dunham, 1962).



0 0,5 mm



0 0,5 mm

Nikol Sejar

Nikol Silang

Foto 3.19: Perlapisan yang baik antara kalkarenit dan kalsilutit. Foto diambil pada Lp-89, Daerah Kepek di Desa Watusigar, singkapan berada di Kali Oyo. Dari analisa petrografi mengandung fosil foraminifera, kuarsa, feldspar dan mineral opak. *Packstone* (Dunham, 1962).



Foto 3.20: Kontak Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan Satuan Batugamping Kepek (lihat garis kuning). Foto diambil pada Lp-98, arah kamera ke barat.

3.2.4 Satuan Pasir lepas

3.2.4.1 Litologi

Satuan Pasir Lepas terdiri dari material lepas, berupa endapan yang belum mengalami kompaksi, didominasi oleh material berukuran pasir, kerikil, bongkah dan sedikit lempung. Material ini disusun oleh hasil berbagai jenis rombakan batuan dan belum terkonsolidasi.

3.2.4.2 Penyebaran

Satuan batuan ini tersebar kurang lebih meliputi $\pm 2 \%$ dari daerah telitian, dan sebagian besar telah menjadi lahan pertanian dan pemukiman penduduk. Terletak pada bagian barat daya peta, dan berada di daerah Randusari, Desa Watusigar.

3.2.4.3 Umur

Satuan Pasir Lepas ini terendapkan pada Kala Holosen, dimana terisi oleh material-material lepas hasil pengerosian batuan – batuan yang ada di sekitarnya atau yang biasa kita kenal dengan endapan aluvial. Satuan Pasir Lepas ini merupakan satuan yang termuda pada daerah telitian ini.

3.2.4.4 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi antara Satuan Pasir Lepas ini dengan satuan batuan yang berada di bawahnya adalah tidak selaras, yaitu *Angular unconformity*. Dimana terdapat perbedaan umur yang jauh antara Satuan Pasir Lepas dengan satuan batuan di bawahnya.



Foto 3.21: Dataran aluvial berada pada bagian selatan daerah penelitian Daerah Kepek, Desa Watusigar.



Foto 3.22: Dataran aluvial berada pada bagian selatan daerah penelitian, Daerah Randusari, Desa Watusigar



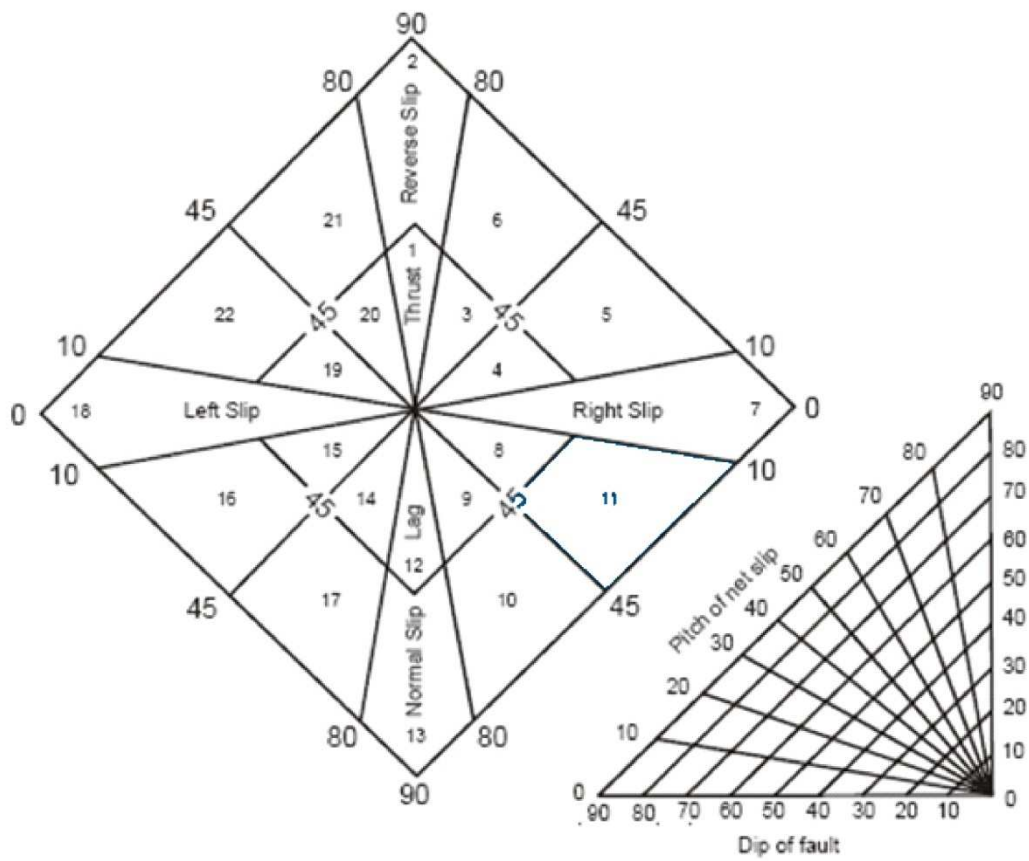
Foto 3.23: Satuan Pasir Lepas yang sebagian besar terdiri atas pasir, kerikil, bongkah dan lempung.

3.3 Struktur Geologi

Zona Pegunungan Selatan merupakan cekungan yang memanjang dengan arah relatif barat – timur mulai dari Parangtritis di bagian barat sampai Ujung Purwo Jawa Timur. Perkembangan tektoniknya tidak lepas dari interaksi konvergen antara lempeng Hindia – Australia dengan lempeng micro Sunda.

Pada bagian Utara daerah Pegunungan Selatan berbatasan langsung dengan zona gunung api yang berumur kwarter dan sampai sekarang masih aktif. Menurut Van Bemmelen 1949 batas antara lajur Pegunungan Selatan dengan lajur gunung api (lajur Solo) adalah sesar turun (step fault) yang terbentuk pada pleistosen tengah. Proses pensesaran pada daerah ini sangat berpengaruh terhadap bentuk morfologi, penyebaran lithologi dan kedudukan lapisan batuan yang ada. Gaya tektonik yang bekerja pada Pegunungan Selatan Jawa Timur secara umum berarah Utara – Selatan yang dicirikan oleh adanya struktur sesar berpola barat laut – tenggara dan timur laut – barat daya.

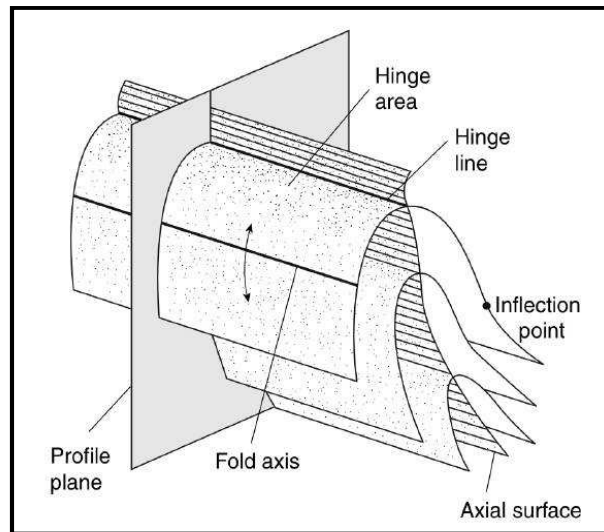
Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian diidentifikasi berdasarkan bukti langsung di lapangan berupa adanya bidang sesar atau sumbu lipatan, dan dikombinasikan dengan interpretasi topografi apabila struktur yang ditunjukkan oleh adanya kelurusan morfologi, kelurusan kedudukan batuan yang berbeda diantara sekitarnya, hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya pengaruh struktur geologi yang mengontrol daerah tersebut. Berdasarkan metode ini, ada beberapa sesar dan lipatan, yakni sesar mendatar di daerah penelitian. Untuk penamaan struktur geologi pada daerah penelitian diambil dari letak geografinya (nama desa atau sungai) dimana struktur tersebut dijumpai.



Gambar 3.4: Diagram klasifikasi sesar menurut Rickard, 1972

Keterangan Gambar 3.4 :

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Thrust Slip Fault | 12. Lag Slip Fault |
| 2. Reverse Slip Fault | 13. Normal Slip Fault |
| 3. Right Thrust Slip Fault | 14. Left Lag Slip Fault |
| 4. Thrust Right Slip Fault | 15. Lag Left Slip Fault |
| 5. Reverse Right Slip Fault | 16. Normal Left Slip Fault |
| 6. Right Reverse Slip Fault | 17. Left Normal Slip Fault |
| 7. Right Slip Fault | 18. Left Slip Fault |
| 8. Lag Right Slip Fault | 19. Thrust Left Slip Fault |
| 9. Right Lag Slip Fault | 20. Left Thrust Slip Fault |
| 10. Right Normal Slip Fault | 21. Left Reverse Slip Fault |
| 11. Normal Right Slip Fault | 22. Reverse Left Slip Fault |



Gambar 3.5: Unsur –unsur lipatan. (Twiss, R. J. and Moore, 1992)

Tabel 3.2 Klasifikasi lipatan berdasarkan *dip* dari sumbu lipatan dan *plunge* dari *hinge line* (Fluety, 1964)

Angle	Term	Dip of H. Surface	Plunge of H. Line
0°	Horizontal	Recumbent Fold	Horizontal Fold
1°-10°	Subhorizontal	Recumbent Fold	Horizontal Fold
10°-30°	Gentle	Gentle Inclined Fold	Gentle Plunging Fold
30°-60°	Moderate	Moderately Inclined Fold	Moderately Plunging Fold
60°-80°	Steep	Steeply Inclined Fold	Steeply Plunging Fold
80°-89°	Subvertical	Upright Fold	Vertical Fold
90°	Vertical	Upright Fold	Vertical Fold

3.3.1 Struktur Kekar

Struktur kekar dijumpai setempat – setempat pada daerah telitian dikarenakan kondisi singkapan yang telah mengalami pelapukan secara intensif akibat kekar – kekar tersebut, sehingga kenampakan bidang kekar yang jelas untuk dapat dilakukan pengukuran juga hanya dapat dilakukan pada beberapa lokasi pengamatan.

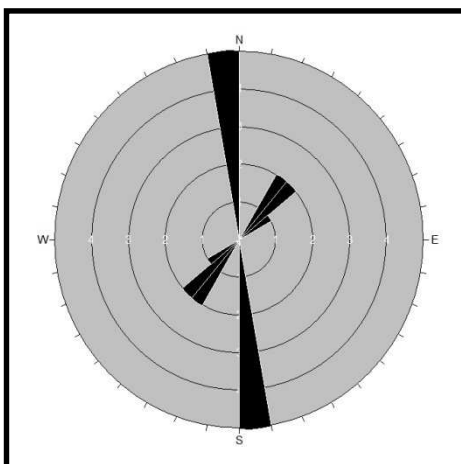


Foto 3.24: Kenampakan kekar pada LP 70 sebagai struktur penyerta pada daerah telitian, arah umum dari kekar ini adalah $N353^{\circ} E/84^{\circ}$ dan $N038^{\circ} E/62^{\circ}$, lokasi di sungai bawah jembatan, kekar pada batupasir vulkanik gampingan, kamera menghadap ke arah utara.

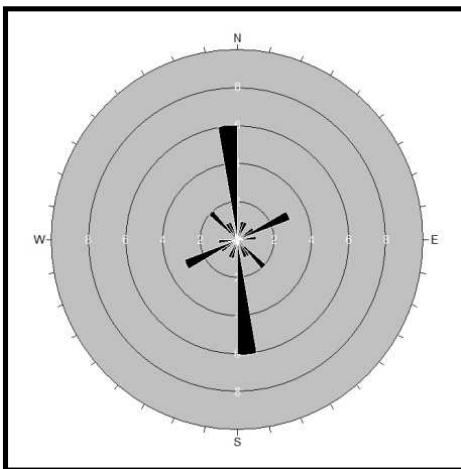


Foto 3.25: Kenampakan kekar pada LP 48 sebagai struktur penyerta pada daerah telitian, arah umum dari kekar ini adalah $N358^{\circ}E/76^{\circ}$ dan $N060^{\circ}E/62^{\circ}$, kekar pada batupasir kerikilan, kamera menghadap ke arah utara.

3.3.2 Struktur Sesar

3.3.2.1 Struktur Sesar Mendatar Kali Lunyu

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, terdapat indikasi sesar mendatar kiri pada Daerah Bendo memanjang hingga ke arah timur laut di sekitar Daerah Klranggan, Desa Kampung Kidul. Hal ini dapat disimpulkan karena dilapangan ditemui adanya perbedaan litologi pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dan ke arah barat searah strike ditemukan Satuan Batugamping Kepek. Pada Daerah Bendo, litologi penyusunnya adalah batupasir vulkanik yang termasuk dalam Satuan Batupasir Vulkanik Semilir di Lp-61 namun, pada bagian barat yakni di sekitar daerah Ngelo Kidul pada Lp-100 ditemui singkapan Satuan Batugamping Kepek, hal ini merupakan *offset* akibat dari adanya sesar mendatar kiri. Namun pada daerah ini tidak ditemukan adanya bidang sesar dikarenakan erosi yang bekerja cukup kuat sehingga penulis menarik sesar diperkirakan. Sesar diperkirakan berjenis sesar mendatar kiri yang dilihat dari kelurusan sumbu lipatan dan pembelokan sungai yang tiba-tiba yang menunjukkan sesar mendatar kiri.

3.3.2.2. Struktur Sesar Mendatar Bendung

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, terdapat indikasi sesar mendatar kiri pada Daerah Banyukendil memanjang hingga ke arah timur laut di sekitar Daerah Surobayan, Desa Kampung Kidul. Hal ini dapat disimpulkan karena dilapangan ditemui *offset* akibat dari adanya sesar mendatar kiri . Pada daerah ini litologi berupa batupasir vulkanik dan breksi yang merupakan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Kemudian data lain yang menguatkan bahwa pada daerah ini terdapat sesar mendatar kiri adalah karena dilapangan ditemukannya zona sesar, pada daerah Banyukendil LP-48 dengan koordinat X:469095; Y:9132709 yang apabila ditarik kemenerusannya, maka sampai pada Daerah Duwet. Pada lokasi zona sesar, dijumpai bidang sesar dan dilakukan pengukuran bidang sesar yaitu N021°E/67° (Foto 3.26), dengan dengan hasil analisa gores garis 9°, N196°E dan rake 10°. Dari hasil analisa stereografi dengan menggunakan klasifikasi Rickard (1972), diperoleh nama *Left Slip Fault* (Lihat lampiran analisa struktur).



Foto 3.26: Sesar Mendatar Kiri Bendung pada singkapan breksi dan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, ditemukan bidang sesar dan kekar-kekar yang menjadi bukti bahwa pada daerah Bendung berkembang sesar mendatar kiri. Foto diambil pada Desa Bendung Lp-48.

3.3.3 Struktur Lipatan

3.3.3.1 Struktur Antiklin Kalangan

Struktur lipatan yang berkembang pada daerah telitian yaitu sinklin dan antiklin yang relatif berarah Barat – Timur. Indikasi adanya struktur lipatan ditemukan di Daerah Kalangan, Desa Bendung. Pada Lp-57 yaitu bagian sayap utara lipatan, memiliki kedudukan $N235^{\circ}E/29^{\circ}$, $N224^{\circ}E/34^{\circ}$ sedangkan pada bagian sayap selatan lipatan adalah memiliki kedudukan $N113^{\circ}E/30^{\circ}$, $N116^{\circ}E/34^{\circ}$ (Foto 3.27). Diinterpretasikan bahwa ini merupakan struktur lipatan yang terjadi pada daerah telitian dikarenakan adanya proses kompresi. Dari hasil analisa stereografi dengan menggunakan klasifikasi Fluety (1964), diperoleh nama *Upright Horizontal Fold* (Lihat lampiran analisa struktur).



Foto 3.27: Antiklin Kalangan pada singkapan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, didapatkan antiklin dengan arah umum barat – timur. Diinterpretasikan bahwa ini merupakan struktur lipatan yang terjadi pada daerah telitian dikarenakan adanya proses kompresi. Foto diambil pada Desa Bendung Lp-57.

3.3.3.2 Struktur Antiklin Tapansari

Struktur lipatan yang berkembang pada daerah telitian yaitu sinklin dan antiklin yang relatif berarah Barat – Timur. Indikasi adanya struktur lipatan ditemukan di Daerah Tapansari, Desa Watusigar. Pada Lp-94 yaitu bagian sayap utara lipatan, memiliki kedudukan $N235^{\circ}E/20^{\circ}$, $N234^{\circ}E/19^{\circ}$ sedangkan pada LP-93 bagian sayap selatan lipatan adalah memiliki kedudukan $N086^{\circ}E/30^{\circ}$, $N089^{\circ}E/34^{\circ}$ (Foto 3.28). Diinterpretasikan bahwa ini merupakan struktur lipatan yang terjadi pada daerah telitian dikarenakan adanya proses kompresi. Dari hasil analisa stereografi dengan menggunakan klasifikasi Fluety (1964), diperoleh nama *Upright Horizontal Fold* (Lihat lampiran analisa struktur).



Foto 3.28: Antiklin Tapansari pada singkapan batupasir vulkanik, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, didapatkan antiklin dengan arah umum barat –timur. Diinterpretasikan bahwa ini merupakan struktur lipatan yang terjadi pada daerah telitian dikarenakan adanya proses kompresi. Foto diambil pada Desa Watusigar Lp-94.

3.3.3.3 Struktur Sinklin Batusari

Berdasarkan data kedudukan lapisan batuan dilapangan, ditemui bahwa adanya kedudukan dengan arah kemiringan lapisan batuan yang searah pada Daerah Batusari, merupakan bukti bahwa adanya struktur lipatan sinklin. Kedudukan batuan bagian selatan sinklin pada lokasi pengamatan Lp-21 dengan kedudukan sayap utara sinklin $N054^{\circ}E/26^{\circ}$, $N065^{\circ}E/14^{\circ}$ dan pada sayap selatan sinklin dengan kedudukan $N234^{\circ}E/19^{\circ}$, $N245^{\circ}E/22^{\circ}$. Sehingga disimpulkan bahwa pada Daerah Batusari berkembang struktur lipatan sinklin. Dari hasil analisa stereografi dengan menggunakan

klasifikasi Fluety (1964), diperoleh nama *Upright Horisontal Fold* (Lihat lampiran analisa struktur).

3.3.3.4 Struktur Sinklin Gudang

Berdasarkan data kedudukan lapisan batuan dilapangan, ditemui bahwa adanya kedudukan dengan arah kemiringan lapisan batuan yang searah pada Daerah Gudang, merupakan bukti bahwa adanya struktur lipatan sinklin. Kedudukan batuan bagian selatan sinklin pada lokasi pengamatan Lp-20 dengan kedudukan N255°E/65° dan pada bagian utara sinklin pada Lp-19 dengan kedudukan N065°E/29°. Sehingga disimpulkan bahwa pada Daerah Gudang berkembang struktur lipatan sinklin. Dari hasil analisa stereografi dengan menggunakan klasifikasi Fluety (1964), diperoleh nama *Upright Horisontal Fold* (Lihat lampiran analisa struktur).

3.4 Sejarah Geologi

Berdasarkan data-data geologi yang meliputi data lapangan, antara lain yang terdiri dari ciri litologi, umur dan lingkungan pengendapan, serta pola struktur dan mekanisme pembentukannya serta ditambah dengan hasil interpretasi dan penafsiran, pada akhirnya dapat dibuat suatu sintesis geologi daerah penelitian yang menggambarkan sejarah geologi pada suatu kerangka ruang dan waktu. Penentuan sejarah geologi daerah penelitian juga mengacu pada sejarah geologi regional peneliti-peneliti terdahulu. Model sejarah geologi daerah penelitian dimulai sejak kala Miosen Awal dimana batuan tertua di daerah penelitian pertama kali diendapkan, hingga batuan yang terendapkan saat ini (Resen).

Pada kala Miosen Awal (N5) merupakan waktu dimulainya pengendapan satuan tertua di daerah penelitian yaitu Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, Satuan Batupasir Vulkanik Semilir merupakan endapan turbidit yang diendapkan pada suatu lereng dari zona Bathial Atas – Bathial Bawah. Sedangkan ciri-ciri bahwa Satuan Batupasir Vulkanik Semilir adalah endapan turbidit yaitu, perselang-selingan antara batupasir dan batulempung yang berlapis baik (*well-bedded*), kemudian di beberapa tempat di daerah penelitian ditemukan model endapan turbidit berupa sikuen bouma. Pada Kala Miosen Awal - Tengah (N5 – N9) diendapkan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Pada kala ini diperkirakan terjadi aktifitas vulkanisme yang menyebabkan gunung api berkembang baik sehingga, material gunung api membentuk lereng yang cukup terjal. Begitu terjalnya sehingga sebagian material pembentu lereng ada yang meluncur juga ke bawah. Endapan material gunung api ini terendapkan bercampur dengan material dari darat juga. Hal ini dibuktikan dengan adanya material tuff dan batupasir kerikilan serta sisipan breksi monomik dengan fragmen andesit dan *pumice* yang terendapkan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Kemudian semakin kearah atas material vulkanik semakin berkurang dan komposisi karbonat semakin meningkat. Satuan Batuan ini diendapkan dengan mekanisme aliran gravitasi pada lereng terjal dari cekungan, yang pada periode tersebut berada pada lingkungan laut bathial atas – bathial bawah.

Kemudian pada waktu yang bersamaan yaitu pada N7-N9 (Miosen Awal – Miosen Tengah) diendapkan Satuan Breksi Nglanggran secara menjari dengan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Pada Satuan Breksi Nglanggran ini merupakan akhir kegiatan vulkanisme. Menurut (Surono,1992) Struktur sedimen yang dijumpai pada Satuan Breksi Nglanggran adalah perlapisan bersusun, dan cetak beban (*load cast*) menunjukkan adanya aliran longsor (*debris flow*). Pada bagian atasnya ditemukan permukaan erosi yang menunjukkan adanya pengaruh kuat erosi yang menunjukkan adanya pengaruh arus kuat pada waktu pengendapan. Adanya batugamping koral menunjukkan lingkungan laut sehingga, secara umum lingkungan pengendapan adalah laut disertai longsor bawah laut.

Kemudian pada N9 – N16 terjadi pengangkatan yang menyebabkan satuan batuan setelahnya tidak terbentuk. Selain itu Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dan Satuan Breksi Nglanggran mengalami perlipatan dengan arah umum lipatan barat – timur dan arah gaya utara – selatan kemudian mengalami pengerosian pada permukaannya. Pada kala Miosen Akhir terjadi kenaikan muka air laut, kenaikan muka air laut selama periode ini menghasilkan pengendapan sedimen klastik di daerah rendahan yaitu terendapkan secara tidak selaras Satuan Batugamping Kepek dengan litologi berupa batugamping yaitu kalkarenit dan kalsilitit pada N16 – N19 (Miosen Akhir – Pliosen Awal). Satuan Batugamping Kepek terendapkan pada daerah laut dangkal yaitu pada Neritik Tepi – Neritik Luar yaitu sudah tidak sedalam pada saat terbentuk Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Kemudian kala Pliosen Awal, pada daerah penelitian mengalami proses pengangkatan, yang mengakibatkan satuan batuan tersingkap kepermukaan. Selain itu pengangkatan yang terjadi juga menyebabkan terbentuknya sesar-sesar dan lipatan yang menyebabkan Satuan Batugamping Kepek juga mengalami perlipatan. Setelah tersingkap maka dengan adanya proses erosi, batuan – batuan mengalami pelapukan dan tertransport membentuk material – material lepas berukuran lempung, pasir, kerikil, hingga bongkah yang disebut satuan endapan aluvial yang terus mengalami proses pengendapan hingga sekarang (resen).

BAB 4

STUDI FASIES BATUPASIR VULKANIK SEMILIR

4.1 Dasar Teori

4.1.1 Pengertian Fasies dan Arus Turbidit

Fasies merupakan suatu tubuh batuan yang memiliki kombinasi karakteristik yang khas dilihat dari litologi, struktur sedimen dan struktur biologi memperlihatkan aspek fasies yang berbeda dari tubuh batuan yang ada di bawah, atas dan di sekelilingnya. Fasies umumnya dikelompokkan ke dalam *facies association* dimana fasies-fasies tersebut berhubungan secara genetis sehingga asosiasi fasies ini memiliki arti lingkungan. Dalam skala lebih luas asosiasi fasies bisa disebut atau dipandang sebagai *basic architectural element* dari suatu lingkungan pengendapan yang khas sehingga akan memberikan makna bentuk tiga dimensi tubuhnya (Walker dan James, 1992).

Menurut Selley (1985), fasies sedimen adalah suatu satuan batuan yang dapat dikenali dan dibedakan dengan satuan batuan yang lain atas dasar geometri, litologi, struktur sedimen, fosil, dan pola arus purbanya.

Fasies sedimen merupakan produk dari proses pengendapan batuan sedimen di dalam suatu jenis lingkungan pengendapannya. Diagnosa lingkungan pengendapan tersebut dapat dilakukan berdasarkan analisa fasies sedimen, yang merangkum hasil interpretasi dari berbagai data. Ada tiga parameter dalam membedakan fasies sedimen, yaitu :

- Parameter fisik : temperatur, kedalaman air, kecepatan arus, sinar matahari, kecepatan angin, dan arahnya.
- Parameter kimia : komposisi air (salinitas), mineralogi (*auchthonous* atau *allochthonous*).
- Parameter biologi : soil, tumbuhan darat, tumbuhan air, dan binatang.

Pendekatan yang dilakukan dalam proses analisis tersebut adalah dengan membuat perbandingan antara kenampakan endapan yang terjadi saat ini beserta lingkungan pengendapannya dengan endapan-endapan purba yang lingkungan pengendapannya akan dideterminasikan, khusus mengenai turbidit yang akan penulis bahas lebih lanjut, akan mengacu pada beberapa peneliti diantaranya Bouma (1962), Walker (1971, Mutti

dan Richi (1972), Mutti dan Walker (1973), Middleton & Hampton (1973), dan Mutti (1992).

Turbidit adalah suatu endapan dari arus turbid, dimana arus turbid itu sendiri didefinisikan sebagai arus densitas yang mempunyai berat jenis yang berbeda dengan cairan di sekitarnya (umumnya air laut), karena arus tersebut mengandung endapan yang terhambur (Walker, 1973).

Middleton & Hampton (1973), menyatakan bahwa aliran yang terdiri dari sedimen yang bergerak turun karena gravitasi, disebut *sediment gravity flow* atau disebut juga sebagai arus densitas. Koesoemadinata (1980), arus densitas merupakan lengseran-lengseran dari ongkongan sedimen yang lerengnya telah menjadi tidak stabil dan meluncur karena suatu gaya. Luncuran-luncuran ini kemudian menghasilkan *slumps* (permulaan lengseran) yang kemudian berkembang menjadi suatu arus dimana butiran – butiran tersebut yang akan menghasilkan arus.

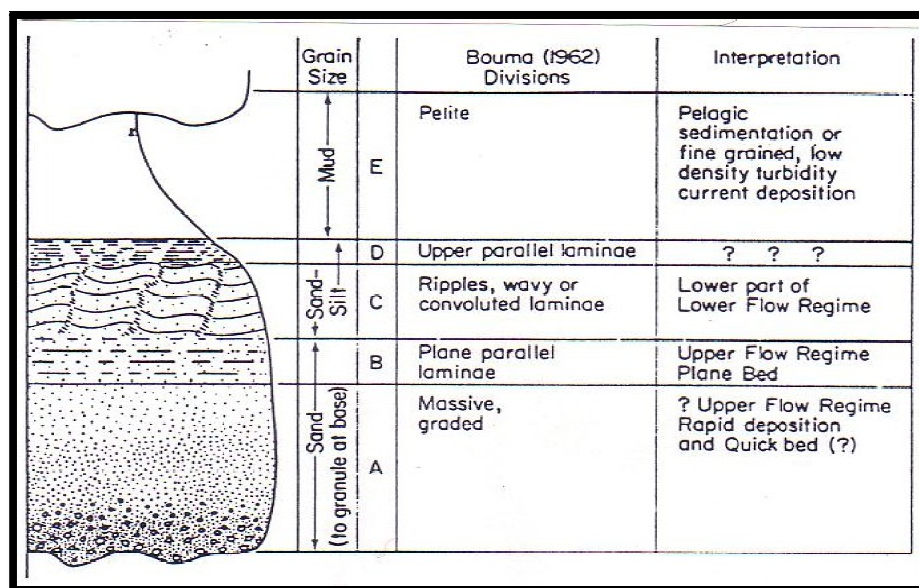
Sedimen yang teronggok pada suatu lereng dapat tiba-tiba meluncur dengan kecepatan tinggi bercampur dengan air berupa suatu aliran padat (density current). Partikel-partikel sedimen bergerak tanpa benturan/seretan air, tetapi inertia flow.. Energi potensial/gravity dirubah menjadi energi kinetik, pengendapan terjadi segera setelah energi kinetik habis. Umumnya turbidit ditafsirkan sebagai endapan laut dalam meskipun sebenarnya bisa saja terjadi pada laut dangkal, bahkan merupakan endapan danau.

Mekanisme Pengendapan dan Struktur Sedimen

1. Peluncuran terjadi dekat dasar sehingga mempunyai kekuatan untuk mengikis, hal ini akan berakibat terjadinya struktur pada alas lapisan misalnya: *Drag cast*, *flute cast* (cetak suling), *scouring*, dan sebagainya.
2. Fraksi kasar. Sedimentasi terjadi segera setelah arus kehilangan tenaga. Karena pengendapan berlangsung cepat, sehingga endapan yang terjadi terpilah buruk dan fraksi kasar berkesempatan mengendap terlebih dahulu, sehingga membentuk perlapisan bersusun/*Graded bedding* (interval a Bouma ' 62). Pada bagian atasnya pemilahan berkembang

semakin baik dan struktur sedimen yang terbentuk adalah perlapisan sejajar/ *parallel lamination* (interval b Bouma ' 62).

3. Fraksi halus. Fraksi halus lebih lama tertinggal di media dalam keadaan keruh. Pengendapan mula-mula berlangsung dengan adanya aliran fraksi dari suatu suspensi. Dengan demikian secara berurut terjadi *climbing ripple*, *current ripple*, *recumbent folded laminae*, *convolute lamination* (interval c Bouma ' 62).



Gambar 4.1: Sikuen turbidit Bouma ' 62, memperlihatkan struktur sedimen, ukuran butir dan kondisi pengendapan.

Pada akhir pengendapan *drift* sudah tidak ada lagi, sehingga yang terbentuk adalah pengendapan suspensi. Struktur yang terjadi yaitu laminasi sejajar (interval d Bouma ' 62), disusul endapan pelitis (interval e Bouma ' 62).

Berdasarkan atas gerakan relatif antar partikel selama masa sedimen bergerak dan jarak dari sumber, maka arus densitas dibagi menjadi empat (Middleton–Hampton, 1975), (lihat gambar 3.7), yaitu:

1. *Debris Flow*

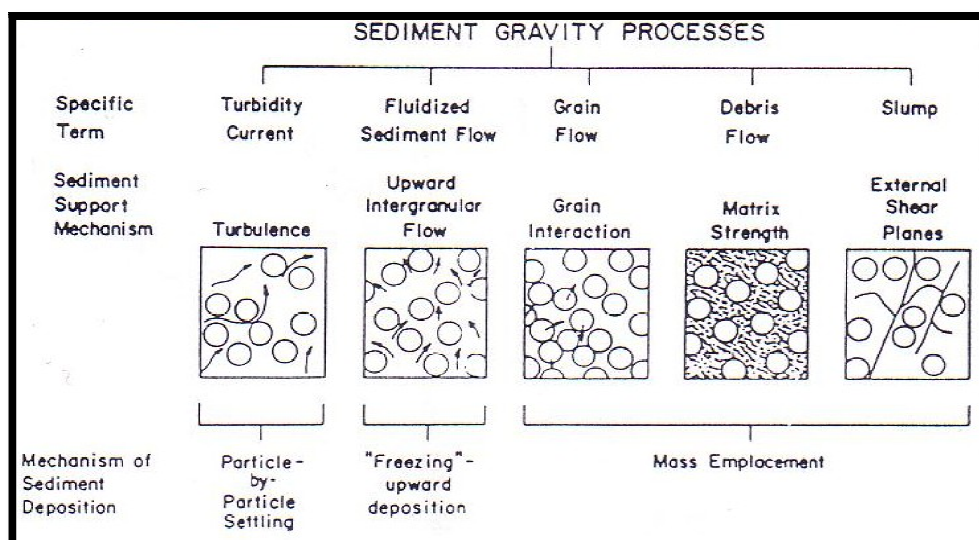
Merupakan aliran butiran kasar (bisa mencapai bongkah) yang didukung oleh masa dasar berupa campuran sedimen halus dan media air yang masih mempunyai tenaga yang terbatas. Jadi dalam hal ini peran media masih ada walau kecil sekali. Pergerakan aliran butir itu sendiri disebabkan oleh gaya berat, karena butir kasar didukung oleh campuran media dengan butiran yang berukuran lebih halus, maka endapan yang terjadi dicirikan dengan adanya bongkah yang mengambang pada matrik (floating). Apabila aliran seperti ini tanpa ada pengaruh dari media sama sekali maka dikatakan sebagai slump.

2. *Grain Flow*

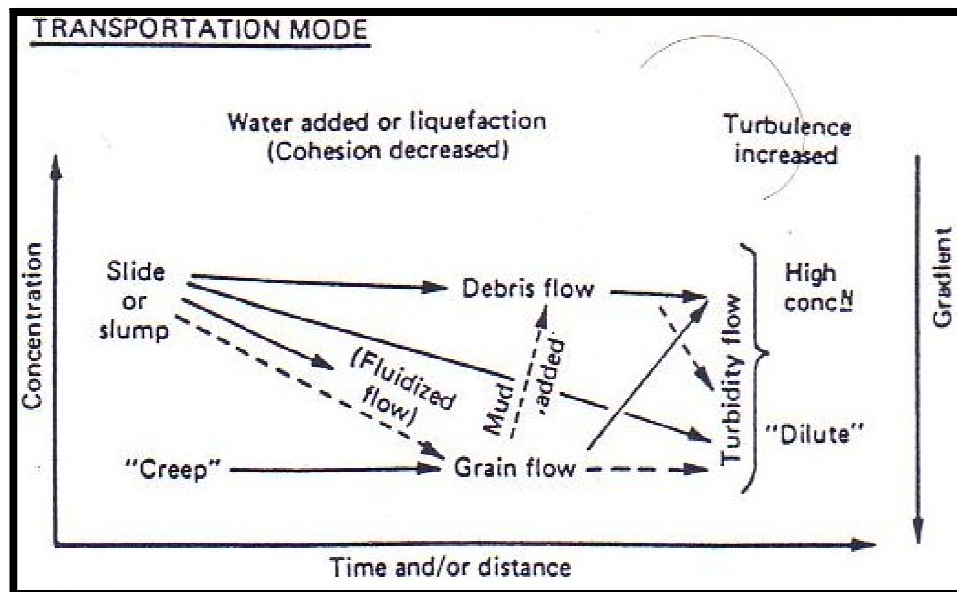
Terjadi interaksi secara langsung antar butiran, karena dalam mengalir butir-butir tersebut belum sepenuhnya terlepas. Dalam hal ini peran media hampir tidak ada. Matrik berupa pasir dan mengendap sekaligus. Debris flow dan grain flow menghasilkan fluxo turbidite

3. *Fluidized Sedimen Flow*

Butir-butir pasir yang mengalir sudah tidak rigid, tetapi butiran yang sudah saling lepas-lepas dan didukung oleh media air. Pengendapan terjadi bila air pori telah terperas keluar secara vertikal, dan akan menghasilkan struktur mangkok (dish structure). Menghasilkan tipe endapan proximal turbidite.



Gambar 4.2: Klasifikasi proses-proses arus densitas (Middleton & Hampton, 1973).



Gambar 4.3: Diagram hubungan antara transport sedimen dan variasi jarak (Kelling & Stanley, 1976).

4. *Turbidity Current*

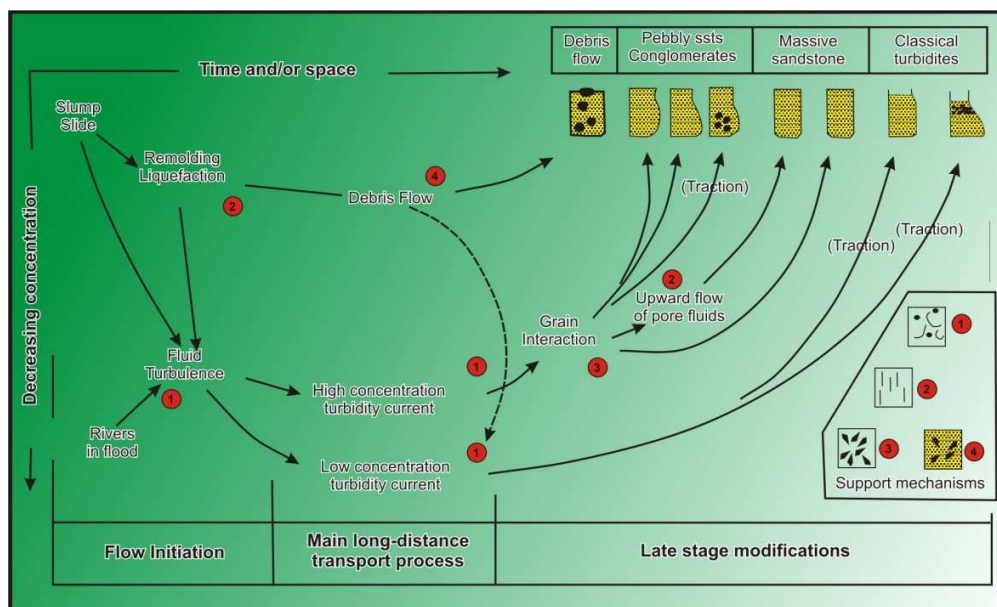
Butiran yang mengalir secara aktif merupakan butiran yang didukung fluida. Sebagian butir mengalir secara turbulenta, sehingga pengendapan secara suspensi cukup berkembang, dan seluruh butiran terendapkan bila energi telah habis sehingga terjadi autosuspension yaitu keseimbangan antara turbulensi dan suspensi (Bagnold, 1974).

4.1.2 Fasies Turbidit

Dalam hubungannya dengan mekanisme Sediment Gravity Flow, Walker & Mutti (1973), Walker (1976), Hampton (1972) dan Mutti & Richi (1972), mengenalkan beberapa fasies dalam seri turbidit, serta endapan – endapan klastika kasar yang berasosiasi dengan seri turbidit, yang didasari atas beberapa kriteria. Kriteria-kriteria tersebut meliputi :

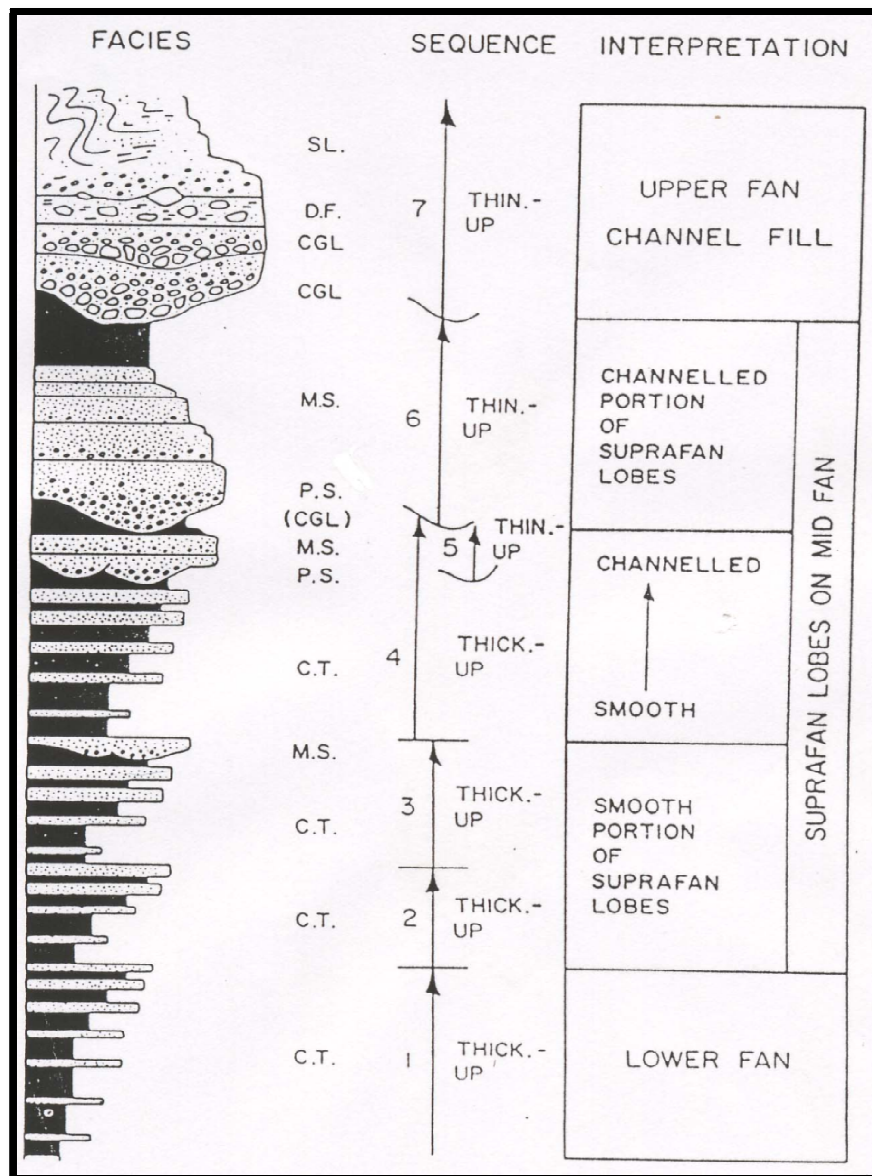
- a. Ukuran butir
- b. Ketebalan lapisan
- c. Sand/ shale ratio
- d. Keteraturan lapisan
- e. Ada tidaknya *channel*

- f. Sole Marks
- g. Struktur dalam dan tekstur yang terdiri atas conglomerate *pebble fabrics* serta ada tidaknya *grading*
- h. Kekompakan perlapisan dalam pasir (dengan atau tanpa struktur mangkok)
- i. Variasi pada Siklen Bouma, terutama pengenalan dari lapisan-lapisan yang dimulai dari bagian B atau C
- j. Indikasi paleoekologi (Walker & Mutti, 1973)



Gambar 4.4: Genesa Fasies Turbidit (Walker, 1978)

Dalam hubungannya dengan mekanisme *sediment gravity flow* Mutti (1992) melakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai endapan turbidit. System turbidit dapat dihasilkan oleh 2 komponen dasar, yaitu komponen erosional yang berada di bagian atas dan dapat mengindikasikan sumber utama dari material sedimen, serta komponen pengendapan yang berada di bagian bawah, dimana sedimen tertransport dari komponen erosional sebelumnya dan diendapkan seiring dengan penyusutan tingkat arus gravitasi (*gravity flow*).



Gambar 4.5: Hipotesa Sikuen kipas bawah laut yang dapat berkembang selama proses progradasi kipas bawah laut. C.U adalah sikuen penebalan dan pengkasaran ke atas, F.U adalah sikuen penipisan dan penghalusan ke atas. CT adalah fasies classical turbidite, PS adalah fasies batupasir kerikilan, CGL adalah fasies konglomerat, DF adalah fasies debris flow dan SL adalah fasies slump (Walker,1978)

4.1.3 Fasies Turbidit Mutti (1992)

Fasies Turbidit dapat didefinisikan sebagai kumpulan genetis fasies secara lateral yang dapat diidentifikasi melalui lapisan – lapisan individu batuan yang memiliki kesamaan

waktu. Secara genetika fasies *tracts* yang berasal dari paket sedimen dapat dikatakan sebagai *turbidite facies association* (FA), sedangkan ekspresi vertikal dari *facies association* tersebut dapat dikatakan sebagai *facies sequence* (FS).

Mutti (1992) membagi fasies-fasies pada endapan turbidit didasarkan pada beberapa hal, diantaranya : tekstur batuan, komposisi batuan, struktur sedimen dan kenampakan erosi. Sehingga dapat membedakan antara fasies yang satu dengan fasies yang lain.

Fasies – fasies tersebut kemudian digolongkan menjadi 3 tipe utama, yaitu :

1. Very Coarse Grained Facies (VCGF : Bongkah, Berangkal dan Kerakal)
2. Coarse Grained Facies (CGF : Butiran sampai Pasir Kasar)
3. Fine Grained Facies (FGF : Pasir Sedang sampai Lempung)

1. Very Coarse Grained Facies (VCGF)

Endapan pada Fasies Turbidit ini terdiri dari beragam jenis tipe sediment, mulai dari *mud supported* sampai *clast-supported conglomerates*. Fasies dasar dari Very Coarse Grained Facies adalah F1, F2 dan F3 (lihat gambar 5.11).

Endapan – endapan pada fasies F1 dan F2 merupakan endapan – endapan *debris flow deposits*, dimana sediment tertransport dan terendapkan oleh arus cohesive. cohesive debris flow dapat mengindikasikan endapan-endapan klastika yang didukung oleh aliran *buoyancy* dan kohesivitas dari campuran antara lumpur dan air sebagai media pentransport sedimen.

Endapan F1 adalah produk dari *cohesive debris flow* yang memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Terdapatnya *lag deposit* di bagian dasar aliran
- Klastika yang lebih besar mengambang dalam matriks
- Kecenderungan klastika yang kasar untuk berada di dasar dan menerus hingga ke atas dari dasar aliran.

Endapan F2 adalah produk dari *hyperconcentrated flow* yang dihasilkan dari proses transportasi dari *debris flow* menuruni lereng yang bercampur dengan fluida. Endapan –

endapan pada fasies F2 umumnya terdapat pada *coarse grained turbidite system*. Karakteristik dari endapan-endapan pada fasies F2 pada dasarnya hampir sama dengan karakteristik dari endapan-endapan pada fasies F1, diantaranya :

- a. Terdapat peristiwa dimana dasar aliran tergerus dan terbentuk struktur *rip-up mudstone clasts* yang relatif besar.
- b. Klastika yang berukuran besar mengambang dalam matriks pasir
- c. Klastika yang berukuran lebih besar menunjukkan kecenderungan untuk berada di bagian bawah.

Tahap akhir dari proses transportasi *cohesive debris flow* adalah menghasilkan endapan-endapan yang termasuk kedalam fasies F3 (klastika kasar dari konglomerat). Endapan – endapan pada fasies F3 ini merupakan salah satu tipe endapan turbidit yang dihasilkan oleh *hyperconcentrated flow* yang mentransportasikan material berukuran butiran sampai kerikil (*High Density Turbidity Current*). Endapan – endapan F3 terdiri atas konglomerat dengan matriks pasir yang membentuk dasar aliran, yang pada akhirnya akan dibatasi oleh permukaan erosi. Endapan – endapan pada fasies F3 ini dapat terbentuk akibat adanya *shear strses* yang diberikan oleh lapisan material yang tertinggal oleh aliran.

2. Coarse Grained Facies (CGF)

Fasies-fasies yang termasuk ke dalam *Coarse Grained Facies* dalam aliran yang menuju dasar cekungan yaitu WF, F4, F5, dan F6 yang dapat diinterpretasikan sebagai produk dari butiran *High Density Turbidity Current* dan proses transformasi yang akan dihasilkan pada akhir aliran. Endapan – endapan pada fasies F4 dan F5 pada umumnya memiliki karakteristik yang relatif tebal dan terdiri atas *coarse-grained traction carpets*. Endapan-endapan pada fasies WF terdiri atas endapan – endapan yang tipis, memiliki tingkat keseragaman butir yang buruk yang terdiri atas butiran berukuran pasir sangat kasar dan pasir kasar yang menunjukkan struktur laminasi bergelombang. Sedimen pada fasies WF dapat diinterpretasikan sebagai produk dari *upper flow regime* yang dibentuk oleh transportasi dari *hyperconcentrated flow* hingga *high density & supercritical turbidity current*. Endapan – endapan pada fasies F6 dapat diindikasikan sebagai

endapan – endapan berukuran kasar yang memiliki kecenderungan imbrikasi pada butirannya. Endapan – endapan pada fasies F6 ini memiliki tingkat keseragaman butir yang relatif baik dan di bagian bawahnya membentuk butiran dengan kecenderungan menghalus ke atas. Sedimen – sedimen pada fasies F6 ini adalah produk dari loncatan fluida yang merubah *supercritical high density turbidity current* menjadi *sub critical high density turbidity current*. Perpindahan aliran berikutnya membawa butiran yang lebih kasar dimana butiran tersebut tertransport bersamaan dengan arus turbulensi vertikal, untuk menyesuaikan searah dengan arus dan dapat tertransport secara traksi dan terendapkan di sepanjang dasar aliran. Struktur sedimen yang berkembang terdiri atas : perlapisan sejajar dan perlapisan memotong dalam skala kecil. Karakteristik pada endapan – endapan fasies F6 selanjutnya dapat dilihat lebih detail, yaitu :

- Seluruh ketebalan dari lapisan dasar pada umumnya dibatasi oleh batas yang tajam dan terbentuk struktur *rippled* diatas permukaan lapisan.
- Endapan – endapan *lag deposit* yang berada di dasar aliran.

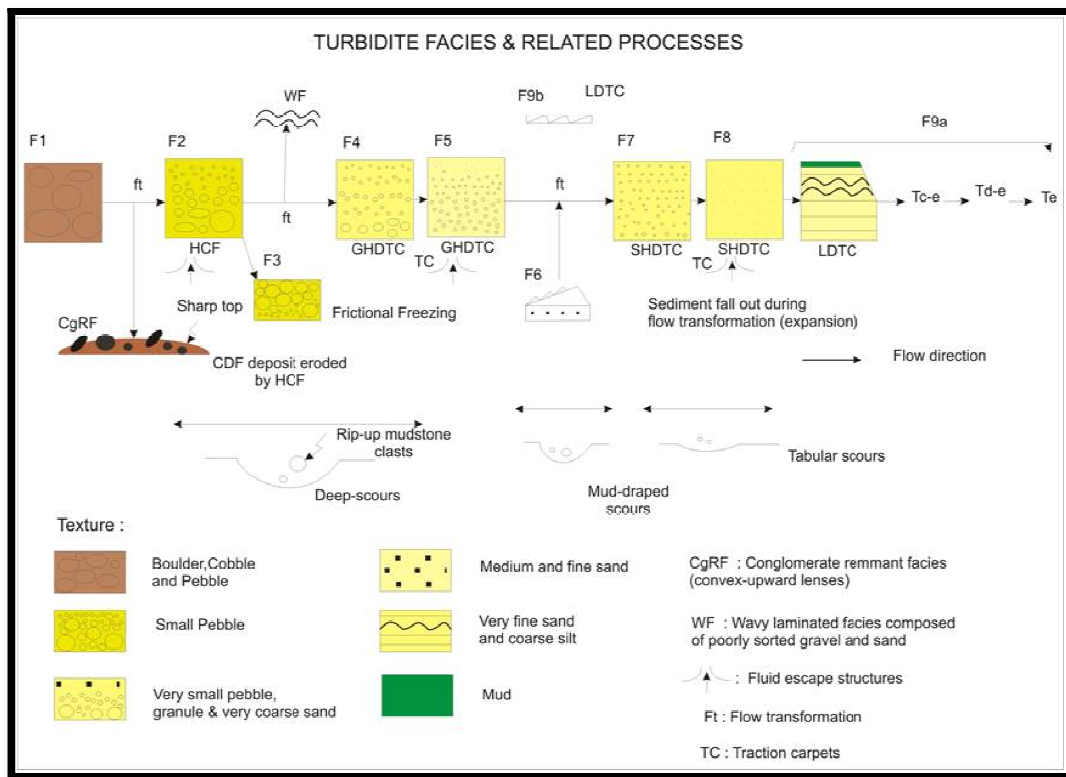
3. Fine Grained Facies (FGF)

Fasies-fasies yang termasuk di dalam Fine Grained Facies adalah F7, F8 dan F9. sedimen dari fasies – fasies tersebut merupakan produk dari *low-density, subcritical turbidity current*”. Arus turbid ini memulai pengendapannya setelah melewati *hydraulic jump* (lihat sediment F6) atau arus gravity yang telah mentransport fasies F5 dalam arus yang kemudian menghasilkan endapan fasies F7. Tahap akhir dari pengendapan ini adalah meningkatnya kandungan lumpur yang mengendap secara suspensi dan akhirnya dapat menyesuaikan dengan aliran *quo static*. Endapan – endapan pada fasies F7 dalam sistem arus turbidit pada umumnya memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar.
- Lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan sebagai hasil dari *traction carpet* , dan di beberapa tempat, endapan –endapan tersebut menunjukkan kecenderungan butiran yang mengkasar keatas. Tapi pada umumnya *traction carpet* ini akan menunjukkan kecenderungan butiran yang menghalus ke atas yang mengindikasikan arus yang mentransport sedimen tersebut.

Endapan – endapan pada fasies F8 merupakan salah satu endapan yang paling ideal dengan tipe endapan pada sikuen Bouma, yang terdiri atas struktur sedimen, dan ukuran butir dari pasir sedang – pasir halus, kecenderungan penghalusan ke atas dapat hadir jika arus yang mentransport dan material yang tertransport dapat memenuhi persyaratannya. Endapan – endapan pada fasies F8 pada umumnya terdiri atas material – material berbutir halus. Endapan – endapan pada fasies F7 dan F8 merupakan hasil dari rekonsentrasi sediment yang terbentuk setelah loncatan fluida tersebut telah terlewati, yang kemudian diikuti oleh proses sedimentasi sepanjang jalur tipis dari *traction carpet* (F7) dan suspensi (F8). Endapan – endapan pada fasies F9 terbentuk oleh endapan – endapan berbutir sangat halus dengan struktur laminasi sejajar yang dibatasi oleh batulempung berstruktur masif. Tingkatan fasies F9 dapat didefinisikan sebagai *turbidite beds* dimana diendapkan oleh proses selesainya *traction carpet* yang berhubungan dengan fase sebelumnya dalam sistem *low density turbidity current*. Fasies F9 kemudian dapat dibagi kedalam 2 sub fasies yaitu :

1. Fasies 9a, yang sangat berkaitan dengan *classical turbidite* pada sikuen Bouma.
2. Fasies 9b, walaupun memiliki karakteristik yang hampir sama dengan fasies 9a namun pada dasarnya memiliki tingkat perbandingan “*sand-shale ratio*” yang lebih besar, memiliki ukuran butir yang lebih kasar dibandingkan dengan butiran pada fasies 9a, memiliki tingkat keseragaman butir yang lebih buruk



Gambar 4.6: Fasies Turbidit dan proses – proses yang terkait (Mutti, 1992).

4.1.4. Kipas Bawah Laut (*Sub Marine Fan*)

Sedimentasi dari arus turbidit yang ideal, umumnya merupakan suatu *fan* (kipas) pada dasar lereng- lereng bawah laut (*sub marine fan*), yang saling memotong dan berselang seling dengan endapan bathyal (Koesoemadinata, 1980). Arus turbid yang menggerakkan endapan turbidit pada awalnya terbentuk pada *sub marine canyon* bersama- sama dengan arus lainnya, yang termasuk kedalam *sediment gravity flow* . Selanjutnya arus – arus tersebut yang akan memegang peranan dalam mentransport sedimen ke daerah bathyal dan abyssal. Ternyata arus turbid yang merupakan bagian dari arus densitas dalam melakukan fungsinya sebagai arus yang mengalir, tergantung akan adanya perbedaan densitas, yang dihasilkan oleh sedimen yang tersuspensikan akibat arus turbulen pada tubuh arus (Fiedman & Sanders, 1978).

Arah umum dari aliran arus densitas yang normal, adalah menuju ke *continental margin* atau ke arah *basin margin*. Aliran dengan arah demikian bisa terjadi secara terus menerus tetapi bisa juga sewaktu-waktu. Aliran yang tetap terjadi manakala *longshore current* pada suatu *shelf* menjumpai *submarine canyon*, yang melintang menghadang arahnya, sehingga arah arus tersebut berubah secara tiba-tiba, dengan sendirinya arus densitas akan mengalir secara menerus. Sedangkan aliran yang sewaktu-waktu tersebut hanya akan mengalir karena sesuatu sebab, misalnya :

1. Meluncurnya sedimen yang *overloading* pada sisi *continental shelf* yang
2. menghadap ke laut, pada suatu saat mengalir ke arah cekungan.
3. Runtuhnya dinding dari dua sisi *submarine canyon*
4. Runtuhnya *distal margin* dari suatu delta yang terdiri terutama dari lempung serta lanau *prodelta* yang berisi *porewater* yang tinggi. Proses runtuhnya tersebut diakibatkan oleh berat sedimen itu sendiri yang telah mengalami *overload* pada bagian tubuhnya. Maka berjuta-juta ton sedimen yang tak terkonsolidasikan dengan baik meluncur menjadi suatu aliran suspensi yang akan menambah densitas dari air dan merubah system arus menjadi arus densitas

Moore (1969) telah membagi arus turbid menjadi 2 yaitu *Low Velocity Low Density Turbidity Current* (LDTC) dan *High Velocity High Density Turbidity Current* (HDTC). Pembagian ini didasarkan pada macam partikel sedimen yang dibawa oleh arus, kecepatan dan daya mengerosinya. Kedua arus tersebut adalah sebagai berikut :

4.1.5. Arus Turbidit Moore (1969)

Low Velocity Low Density Turbidity Current (LDTC)

Pada sistem arus LDTC partikel – partikel yang ditransport terbatas pada partikel dari lanau dan lempung yang relatif berukuran sangat halus. Partikel ini menurut Moore (1969) berupa suspensi yang berasal dari sungai, tertransport ke laut dan diendapkan pada bagian atas dari *continental shelf*. Kadang – kadang selama *heavy swell* (proses pengembangan dari lempung), Lumpur pada *shelf* ini di suspensikan kembali, dan suatu *turbid layer* dihasilkan dekat dasar laut, yang bergerak di bawah pengaruh arus pantai, serta aliran gravitasi yang berjalan menuruni lereng. Kecepatan aliran ini kurang lebih

10 cm/detik. Setelah *turbid layer* ini mencapai *submarine canyon* atau pada daerah depresi lain, maka *turbid layer* ini sudah berada di luar batas jangkauan gelombang. Aliran ini tidak memiliki sifat untuk mengerosi, namun sanggup untuk mentransportasikan sejumlah besar sedimen berbutir halus ke bagian yang lebih dalam.

High Velocity High Density Turbidity Current (HDTC)

Sistem High Velocity High Density Turbidity Current (HDTC) merupakan gerakan arus yang menuruni lereng, yang dihasilkan karena kumpulan sejumlah besar sedimen pada lereng *canyon*, yang mengalami *slumping* secara periodik, bercampur dengan sedimen tebal yang diendapkan pada dasar *canyon* yang mengalami likuifikasi (pencairan). Arus ini mempunyai daya mengerosi yang cukup tinggi, bahkan arus ini mampu untuk menghasilkan lembah *submarine* yang baru, atau memodifikasi lembah *submarine* terdahulu, tentunya dengan *High Velocity* dan *High Density* dari arus tersebut. Banyak sedimen yang tertransport ke dalam *basin plain* dan menyebar membentuk selimut yang luas. Sedimen-sedimen yang lebih kasar diendapkan dekat mulut *canyon*, sedang sedimen yang lebih halus tertransport lebih jauh ke dalam *basin plain*.

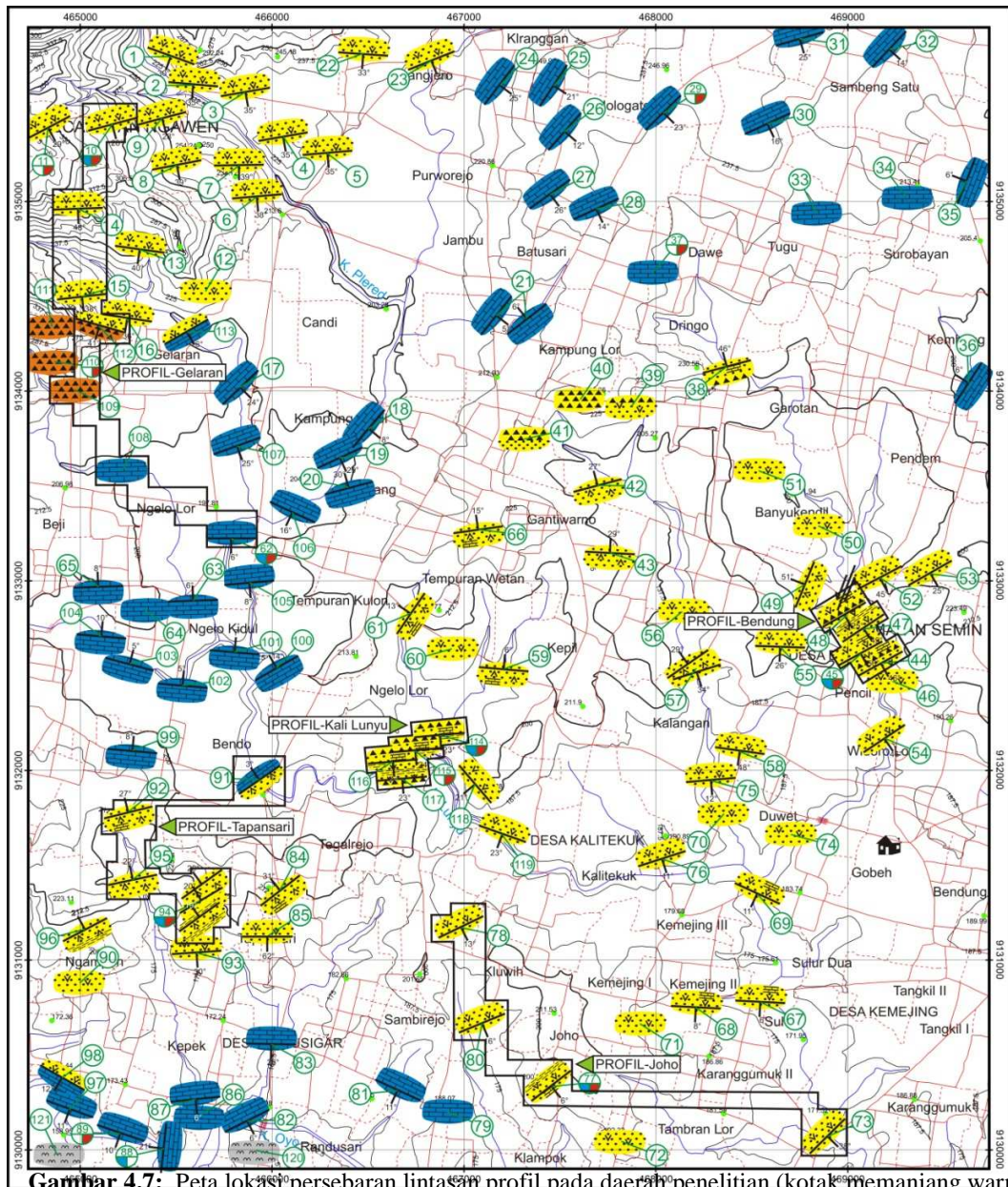
4.2 Analisa Fasies Batupasir Vulkanik Formasi Semilir

Penafsiran fasies yang dilakukan penulis didasarkan pada data – data lapangan serta hasil analisa laboratorium yang meliputi analisa profil (variasi litologi dan variasi ukuran butir, unit genetik mengkasar atau menghalus keatas, jenis struktur sedimen). Untuk mengetahui jenis fasies yang ada pada daerah telitian, penulis mencoba melakukan analisa fasies berdasarkan variasi litologi, struktur sedimen, maupun tekstur dari batuan dengan pendekatan model fasies yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya. Penggunaan model fasies ini didasarkan pada kemiripan dan kesamaan jenis litologi, besar ukuran butir dan struktur sedimen dari suatu urut – urutan vertikal suatu pengendapan. Pada umumnya endapan turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya ditafsirkan sebagai endapan laut dalam, hal ini dikarenakan sebuah endapan turbidit dan endapan kasar asosiasinya adalah suatu sedimen yang beronggok pada suatu lereng, kemudian secara tiba – tiba meluncur dengan kecepatan tinggi bercampur air berupa suatu aliran padat. Partikel – partikel sedimen bergerak tanpa bantuan seretan air, tetapi inersia (Sanders,1965). Inersia yakni energi potensial atau *gravity* yang dirubah menjadi energi kinetis, dan pengendapan terjadi segera setelah energi kinetis habis, misalnya di tempat datar. Arus turbid ini terutama terjadi di laut, dan merupakan mekanisme yang penting dalam mentrasfer sedimen ke daerah yang lebih rendah, yakni pada bathial hingga abisal (Koesoemadinata,1981).

Penentuan suatu fasies turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya dapat dilakukan berdasarkan beberapa parameter, antara lain parameter fisik, kimia, dan biologi. Metode untuk menentukan seluruh parameter tersebut adalah dengan melakukan analisis profil detail pada beberapa lintasan pengamatan pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yang mewakili keadaan fenomena geologi daerah penelitian, penulis menggunakan beberapa acuan dalam melakukan interpretasi fasies turbidit yakni Bouma (1962), Walker (1978), Mutti (1992). Dengan mengacu pada beberapa peneliti, mengenai model dan pembagian fasies turbidit, maka penulis membuat 5 lintasan profil (Lihat lampiran profil) yaitu:

1. Profil Lintasan Bendung

2. Profil Lintasan Kali Lunyu
3. Profil Lintasan Tapansari
4. Profil Lintasan Joho
5. Profil Lintasan Gelaran



Gambar 4.7: Peta lokasi persebaran lintasan profil pada daerah penelitian (kotak memanjang warna hitam).

4.2.1 Profil Lintasan Daerah Bendung

4.2.1.1 Lokasi

Singkapan pada lokasi pengamatan Lp-44, Lp-45, Lp-47 Lp-48 relatif berada pada bagian timur daerah penelitian, Desa Bendung. Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yang terletak di sungai kecil, berada di lingkungan persawahan.

4.2.1.2 Litologi

Pada profil ini, singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan tebal total 22,15m dengan litologi penyusunnya adalah perselang-selingan antara batupasir vulkanik, batupasir vulkanik kerikilan, dan breksi polimik pada bagian bawah, kemudian terdapat batupasir vulkanik, batupasir vulkanik gampingan dan batulempung pada bagian atas.

Batupasir vulkanik gampingan, berwarna coklat cerah, berbutir pasir kasar ($1/2 - 1\text{mm}$) - halus ($1/8 - 1/4\text{mm}$), terpilah sedang, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 5-20cm, komposisi mineral: kuarsa, tuff, mineral mafik, semen gampingan. Struktur sedimen perlapisan,

Batulempung, berwarna coklat terang, ukuran butir lempung ($<1/256\text{mm}$), tebal lapisan 5-50cm, komposisi: mengandung kuarsa, semen silika, perlapisan.

Batupasir vulkanik kerikilan, batuan sedimen klastik, berwarna coklat terang, berbutir pasir kasar ($1/2 - 1\text{mm}$) - kerikil ($2 - 4\text{mm}$), terpilah buruk, menyudut, kemas terbuka. komposisi detritus andesit, kuarsa, mineral mafik, tuff, semen silika. Struktur sedimen, perlapisan di beberapa tempat terdapat struktur sedimen, perlapisan bersusun.

Batupasir vulkanik, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sedang ($1/4 - 1/2\text{mm}$) - halus ($1/8 - 1/4\text{mm}$), terpilah sedang, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 3-20cm, komposisi mineral: kuarsa, plagioklas, semen silika. Struktur sedimen perlapisan.

Breksi polimik, berwarna coklat gelap - hitam, berbutir kerikil (2 - 4 mm) - bongkah(> 256mm), terpilah buruk, menyudut, kms:terbuka, komposisi mineral: F:andesit, pumice, M:batupasir, S: silika. Struktur sedimen perlapisan, perlapisan bersusun.

Tidak seluruh batuan mengandung unsur gampingan pada profil Bendung ini, namun hanya pada bagian atas saja, di bagian tengah singkapan, apabila di tes menggunakan HCl, maka sama sekali tidak bereaksi, dan umumnya di dominasi oleh material – material vulkanik, seperti hadirnya tuff dan batulempung sedangkan pada bagian bawah didominasi batupasir berukuran butir relatif kasar dan breksi. Hal ini mengindikasikan bahwa pada saat pengendapan berlangsung, terjadi suplai material sedimen akibat aktifitas vulkanik .

Dari hasil analisa mikropaleontologi yang dilakukan pada batupasir vulkanik gampingan bagian atas (lihat lampiran analisa mikropaleontologi), didapatkan umur N9 (Miosen Tengah) dengan lingkungan bathimetri pada Bathial Atas.

4.2.1.3 Interpretasi Fasies

Lokasi pengamatan pada Desa Bendung ini sangat menarik untuk dilakukan analisa profil detail, karena pada singkapan tersebut sangat mencerminkan suatu ciri – ciri endapan turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya tetapi adanya interval pada Bouma *sequence* (1962) sangat sedikit dijumpai, antara lain hanya hadirnya interval T-d – T-e. struktur sedimen berupa perlapisan bersusun di beberapa tempat pada litologi breksi yang mengalami penghalusan keatas menjadi batupasir, pada struktur sedimen perlapisan bersusun, menceritakan mengenai proses sedimentasi yang terjadi setelah arus kehilangan tenaga (dalam hal ini adalah *channel* pada kipas bawah laut), dan yang mula – mula di endapkan pada bagian bawah adalah ukuran butir yang lebih kasar, kemudian pada bagian atas akan mengendap butiran - butiran yang lebih halus. Sehingga butir – butir kasar akan mengendap lebih dahulu daripada butiran - butiran yang lebih halus, dan struktur sedimen yang terbentuk adalah perlapisan bersusun. Kemudian interval T-d, struktur sedimen berupa laminasi sejajar dan perlapisan dengan ukuran

butir pasir sedang sampai halus pada litologi batupasir vulkanik serta interval Te yakni batulempung.

Berdasarkan pada konsep Mutti (1992), kenampakan struktur sedimen dan karakteristik butiran dan ketebalan lapisan maka dapat digolongkan menjadi 9 kelompok, yakni F1 yang merupakan litologi dengan butiran paling kasar seperti konglomerat, hingga F9 berupa litologi berbutir halus, seperti pasir halus hingga yang lebih halus yakni lempung. Pada Profil Daerah Bendung ini, kelompok fasies yang dapat diidentifikasi yaitu *Very Coarse Grain Facies (VCGF)* yakni berkembangnya F1 dan F2, *Coarse Grain Facies (CGF)* yakni fasies endapan F5 dan *Fine Grain Facies (FGF)* yaitu endapan - endapan fasies F7 dan F8. Endapan - endapan pada fasies F1 dicirikan dengan klastika yang lebih besar mengambang dalam matriks dan klastika kasar cenderung berada di dasar hingga ke atas sedangkan endapan-endapan pada fasies F2 yaitu hampir sama dengan karakteristik endapan - endapan F1 yaitu pada dasar aliran mengalami penggerusan, klastika yang lebih besar mengambang dalam matriks pasir, klastika yang berukuran lebih besar cenderung berada di bagian bawah. Endapan – endapan yang termasuk *Coarse Grain Facies (CGF)* yakni fasies endapan F5 dicirikan endapan yang relatif tebal yang berukuran pasir kasar sampai sangat kasar. Endapan – endapan yang termasuk dalam *Fine Grained Facies (FGF)*, yang berkembang adalah fasies F7 dan F8. Endapan – endapan pada fasies F7 dengan karakteristik lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar, lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan dari hasil *traction carpet* yang menunjukkan kecenderungan butir yang menghalus ke atas. Endapan – endapan fasies F8 merupakan salah satu endapan yang paling ideal dengan tipe endapan pada sikuen Bouma, yang terdiri atas struktur sedimen tertentu, dan ukuran butir dari pasir sedang – pasir halus, kecenderungan penghalusan ke atas (*graded bedding*) dapat hadir jika arus yang mentransport dan material yang tertransport dapat memenuhi persyaratannya.

Menurut Walker (1978), adanya asosiasi interval Bouma termasuk kedalam kelompok *classical turbidite* (CT), selain hadirnya CT. Pada profil Daerah Bendung juga

didapatkan karakteristik MS (*massive sandstone*), PS (*pebbly sandstone*), CGL (*conglomerates*). Hadirnya kelompok *conglomerates*, *massive sandstone* dan *pebbly sandstone* mengindikasikan adanya endapan – endapan *channel* dengan mekanisme arus yang pekat membawa material yang kasar melewati suatu *channel* dan terendapkan di dekat lereng. Material yang lebih kasar terendapkan cenderung berada di bawah karena pengaruh gaya gravitasi pada saat pengendapan. Pada profil ini menunjukkan adanya transgresi ditunjukkan dengan material berukuran butir kasar yang menunjukkan pengurangan material yang diendapkan, naiknya muka air laut ditambah dengan penurunan cekungan. Endapan – endapan diatasnya juga berubah menjadi endapan – endapan material yang sumbernya lebih jauh akibat proses transgresi. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya *classical turbidites* dan berubah menjadi *massive sandstone* dan *pebbly sandstone* pada sistem kipas bawah laut yang berbeda dengan saat diendapkan material yang berbutir kasar.

Dari keseluruhan hasil analisa diatas, maka penulis dapat menginterpretasikan bahwa fasies pengendapan Profil Bendung, berada pada suatu kompleks kipas bawah laut fasies turbidit, pada bagian *smooth to channelled - channelled portion of suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).



Foto 4.1: Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N054°E/43°, arah kamera N234°E. Foto diambil pada Lp-48 Desa Bendung, terletak sungai kecil.



Foto 4.2: Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir. Foto diambil pada Lp-48 Desa Bendung, terletak sungai kecil. (A) Singkapan batupasir vulkanik dengan struktur sedimen *graded bedding* yang merupakan *pebbly sandstone* (Walker,1978). (B) Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma). (C) Batulempung (merupakan interval e, pada sikuen bouma). (D) Batupasir vulkanik kerikilan. (E) Batupasir vulkanik kerakalan merupakan *pebbly sandstone* (Walker,1978). (F) Pada foto diatas menunjukkan breksi polimik dengan ukuran butir kerikil – bongkah yang merupakan *conglomerates* (Walker,1978).

4.2.2 Profil Kali Lunyu, Desa Kalitekuk

4.2.2.1 Lokasi

Singkapan pada lintasan profil Kali Lunyu yaitu pada Lp-114, Lp-115, Lp-116 dan Lp-117 yang merupakan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, relatif berada pada bagian barat daerah dari lokasi Profil Bendung dan lokasi profil berada pada Sungai Kali Lunyu.

4.2.2.2 Litologi

Pada lintasan ini, singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan tebal total 44,33m dengan litologi penyusunnya adalah perselang-selingan antara batupasir vulkanik, batupasir vulkanik kerikilan, batupasir vulkanik gampingan, breksi polimik dengan batulempung, beberapa kenampakan struktur sedimen adalah masif, perlapisan, perlapisan bersusun, laminasi, dan silang siur.

Batupasir vulkanik gampingan, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sangat halus ($1/16 - 1/8\text{mm}$) – kasar ($1/2 - 1\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 20-30cm, komposisi mineral: kuarsa, tuff, plagioklas, semen gampingan. Struktur sedimen perlapisan, perlapisan bersusun.

Batulempung, berwarna coklat terang, ukuran butir lempung ($<1/256\text{mm}$), tebal lapisan 5-50cm, komposisi: mengandung kuarsa, semen silika, perlapisan.

Batupasir vulkanik kerikilan, batuan sedimen klastik, berwarna coklat terang, berbutir pasir kasar ($1/2 - 1\text{mm}$) - kerakal (4 - 64mm), terpilah buruk, menyudut, kemas terbuka. komposisi detritus andesit, kuarsa, mineral mafik, tuff, semen silika. Struktur sedimen perlapisan di beberapa tempat terdapat struktur sedimen, perlapisan bersusun.

Batupasir vulkanik, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sedang ($1/4 - 1/2\text{mm}$) - kasar ($1/2 - 1\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung – menyudut tanggung, kms:terbuka. tebal lapisan antara 10-40cm, komposisi mineral: kuarsa, plagioklas, mineral mafik,

semen silika. Struktur sedimen perlapisan, perlapisan bersusun, laminasi sejajar dan silang siur

Breksi polimik, berwarna coklat gelap - hitam, berbutir kerikil (2 - 4 mm) - bongkah(> 256mm), terpilah buruk, menyudut, kms:terbuka, komposisi mineral: F:andesit, pumice, M:batupasir, S: silika. Struktur sedimen perlapisan, perlapisan bersusun.

Dari hasil analisa mikropaleontologi yang dilakukan pada batupasir vulkanik gampingan pada Lp-117 atau Profil Kali Lunyu bagian atas didapatkan umur N7 – N9 (Miosen Awal - Miosen Tengah), kemudian pada Lp-115 atau Profil Kali Lunyu bagian tengah didapatkan umur N7 – N9 (Miosen Awal - Miosen Tengah), dan di atau Profil Kali Lunyu bagian atas didapatkan umur N7 – N9 (Miosen Awal - Miosen Tengah). Sehingga dapat disimpulkan umur pengendapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir pada lintasan Kali Lunyu adalah N7 – N9 (Miosen Awal - Miosen Tengah). Dengan lingkungan bathimetri pada Batial Atas – Bathial Bawah.

4.2.2.3 Interpretasi Fasies

Pada lintasan Kali Lunyu, yakni pada Lp-114, Lp-115, Lp-116, Lp-117 dilakukan analisa profil detail, karena pada singkapan tersebut sangat mencerminkan suatu ciri – ciri endapan turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya yakni dengan adanya interval pada Bouma *sequence* (1962) yang sering dijumpai, antara lain hadirnya interval T-a, struktur sedimen berupa perlapisan bersusun di beberapa tempat pada litologi batupasir, pada struktur sedimen perlapisan bersusun, menceritakan mengenai proses sedimentasi yang terjadi setelah arus kehilangan tenaga (dalam hal ini adalah *channel* pada kipas bawah laut), dan yang mula – mula di endapkan pada bagian bawah adalah ukuran butir yang lebih kasar, kemudian pada bagian atas akan mengendap butiran - butiran yang lebih halus. Sehingga butir – butir kasar akan mengendap lebih dahulu daripada butiran - butiran yang lebih halus, dan struktur sedimen yang terbentuk adalah perlapisan bersusun. Kemudian interval T-c dengan adanya struktur sedimen berupa silang siur (lihat foto 4.5) dan laminasi (Lihat foto 4.6). Interval Td, pada litologi batupasir dengan

ukuran butir halus - sedang, memiliki struktur sedimen perlapisan, laminasi sejajar dan interval Te yakni batulempung.

Berdasarkan pada konsep Mutti (1992), kenampakan struktur sedimen dan karakteristik butiran dan ketebalan lapisan maka dapat digolongkan menjadi 9 kelompok, , yakni F1 yang merupakan litologi dengan butiran paling kasar seperti konglomerat, hingga F9 berupa litologi berbutir halus, seperti pasir halus hingga yang lebih halus yakni lempung. Pada Profil Daerah Kali Lunyu ini, kelompok fasies yang dapat diidentifikasi yaitu *Very Coarse Grain Facies (VCGF)* yakni berkembangnya F1 dan F2 dan *Fine Grain Facies (FGF)* yaitu endapan - endapan fasies F7, F8 dan F9. Endapan - endapan pada fasies F1 dicirikan dengan klastika yang lebih besar mengambang dalam matriks dan klastika kasar cenderung berada di dasar hingga ke atas sedangkan endapan-endapan pada fasies F2 yaitu hampir sama dengan karakteristik endapan - endapan F1 yaitu pada dasar aliran mengalami penggerusan, klastika yang lebih besar mengambang dalam matriks pasir, klastika yang berukuran lebih besar cenderung berada di bagian bawah. Endapan – endapan yang termasuk dalam *Fine Grained Facies (FGF)*, yang berkembang adalah fasies F7 dan F8. Endapan – endapan pada fasies F7 dengan karakteristik lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar, lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan dari hasil *traction carpet* yang menunjukkan kecenderungan butir yang menghalus ke atas. Endapan – endapan fasies F8 merupakan salah satu endapan yang paling ideal dengan tipe endapan pada sikuen Bouma, yang terdiri atas struktur sedimen tertentu, dan ukuran butir dari pasir sedang – pasir halus, kecenderungan penghalusan ke atas (*graded bedding*) dapat hadir jika arus yang mentransport dan material yang tertransport dapat memenuhi persyaratannya. Kemudian endapan – endapan pada fasies F9 terbentuk oleh endapan berbutir sangat halus dengan struktur laminasi sejajar yang dibatasi oleh batulempung berstruktur masif.

Menurut Walker (1978), adanya asosiasi interval Bouma termasuk kedalam kelompok *classical turbidite* (CT) selain hadirnya CT, pada lintasan profil Kali Lunyu juga didapatkan batupasir vulkanik kerikilan dengan struktur sedimen perlapisan bersusun

atau masuk karakteristik *pebbly sandstone* (PS), breksi polomik dengan struktur masif dan perlapisan bersusun yang masuk karakteristik *conglomerates* (CGL), dan *massive sandstone* (MS) yakni kehadiran batupasir dengan tebal lebih dari 50cm (walker,1973). Dari kenampakan profil terlihat adanya penebalan lapisan ke atas dan menunjukkan semakin ke atas material yang diendapkan semakin bertambah. Pada awalnya material yang diendapkan sebelumnya merupakan endapan – endapan material halus yang merupakan endapan turbidit yang pengendapannya relatif jauh dari sumbernya dicirikan dengan perselingan yang teratur antara batupasir vulkanik dan lempung. Sedangkan semakin keatas terdapat material baru yang berukuran lebih kasar dan dekat dengan sumbernya. Hadirnya kelompok *conglomerates*, *massive sandstone* dan *pebbly sandstone* mengindikasikan adanya endapan – endapan *channel* dengan mekanisme arus yang pekat membawa material yang kasar melewati suatu *channel* dan terendapkan di dekat lereng

Dari keseluruhan hasil analisa diatas, maka penulis dapat menginterpretasikan bahwa fasies pengendapan lintasan Profil Kali Lunyu merupakan endapan turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya yang berada pada suatu bagian kipas bawah laut, yakni pada bagian *smooth to channelled - channelled portion of suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).



Foto 4.3: (A) Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N083°E/24°, arah kamera N175°E. Foto diambil pada Lp-114 daerah Kali Lunyu Desa Kalitekuk, terletak di sungai. (B) Batupasir vulkanik kerikilan merupakan *pebbly sandstone* (Walker,1978). (C) kenampakan struktur sedimen laminasi pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma).



Foto 4.4: (A) Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung, batupasir kerikilan dan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan $N081^{\circ}E/24^{\circ}$, arah kamera $N181^{\circ}E$. Foto diambil pada Lp-115 daerah Kali Lunyu Desa Kalitekuk, terletak di sungai. (B dan C) Batupasir vulkanik kerikilan merupakan *pebbly sandstone* (Walker, 1978).

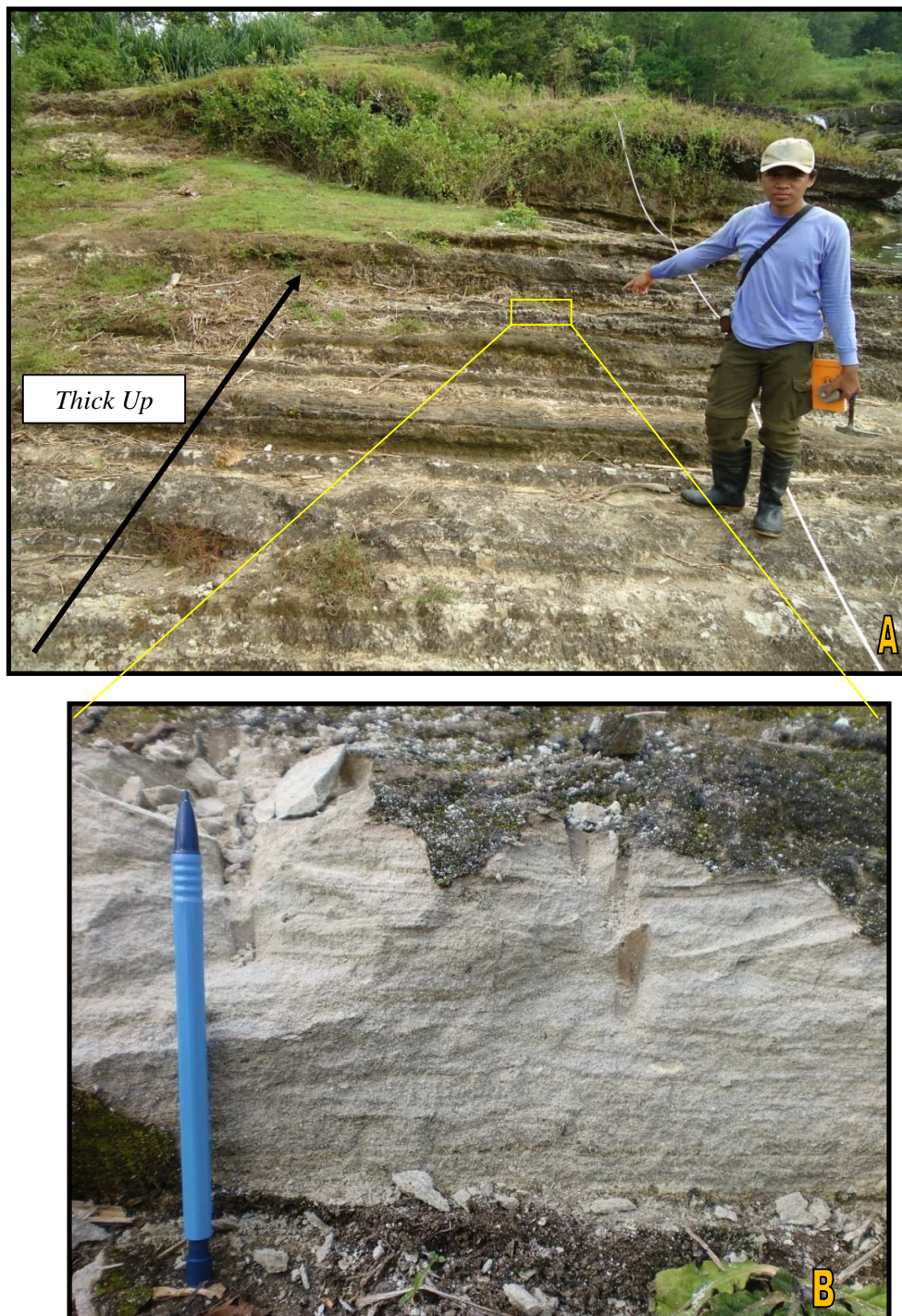


Foto 4.5: (A) Singkapan batupasir vulkanik, dengan kedudukan lapisan batuan $N081^{\circ}E/24^{\circ}$, kenampakan penebalan lapisan keatas, dengan tebal lapisan antara 4-60cm merupakan penciri sebuah endapan turbidit pada *midfan*. Foto singkapan diambil pada Lp-116, arah kamera $N182^{\circ}E$. (B) kenampakan struktur sedimen silang siur pada batupasir vulkanik berbutir sedang (merupakan interval c, pada sikuen bouma).



Foto 4.6: (A.) Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir halus (merupakan interval d, pada sikuen bouma). (B.) Batulempung (merupakan interval e, pada sikuen bouma).



Foto 4.7: Batupasir vulkanik kerakalan dengan struktur sedimen *graded bedding* yang merupakan *pebbly sandstone* (Walker,1978), semakin keatas terdapat litologi breksi polimik yang merupakan *conglomerates* (Walker,1978) yang mengindikasikan endapan *channel*. Foto diambil pada Lp-116.



Foto 4.8: (A) Singkapan batupasir vulkanik dengan struktur sedimen *graded bedding* yang merupakan *pebbly sandstone* (Walker,1978), (B) singkapan breksi polimik yang merupakan *conglomerates* dengan ukiran butir kerikil – bongkah (Walker,1978).



Foto 4.9: Singkapan batupasir vulkanik dan breksi polimik dimana pada bagian atas batupasir vulkanik dijumpai hasil erosi akibat penggerusan arus turbid (lihat garis warna kuning). Lokasi singkapan pada Lp-116, kedudukan lapisan batuan N081°E/24°, arah kamera N018°E.

4.2.3 Profil Tapansari, Desa Watusigar

4.2.3.1 Lokasi

Singkapan pada lintasan profil Tapansari yaitu pada Lp-94, Lp-95, Lp-92 yang merupakan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, relatif berada pada bagian barat lokasi penelitian dan lokasi profil berada bukit dekat persawahan.

4.2.3.2 Litologi

Pada profil ini, singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan tebal total 14,14m dengan litologi penyusunnya adalah perselang-selingan antara batupasir vulkanik, batupasir vulkanik gampingan dengan batulempung.

Batupasir vulkanik gampingan, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sangat halus (1/16 - 1/8mm) – kasar (1/2 – 1mm), terpilah sedang, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 1-50cm, komposisi mineral: kuarsa, tuff, plagioklas, semen gampingan. Struktur sedimen perlapisan.

Batulempung, berwarna coklat terang, ukuran butir lempung (<1/256mm), tebal lapisan 3-50cm, komposisi: mengandung kuarsa, semen silika, perlapisan.

Batupasir vulkanik, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sedang (1/4 – 1/2mm) - kasar (1/2 - 1mm), terpilah buruk, membundar tanggung – membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 1-50cm, komposisi mineral: kuarsa, plagioklas, mineral mafik, semen silika. Struktur sedimen perlapisan, perlapisan bersusun dan laminasi sejajar.

Dari hasil analisa mikropaleontologi yang dilakukan pada batupasir vulkanik gampingan (lihat lampiran analisa mikropaleontologi), didapatkan umur N9 (Miosen Tengah) dengan lingkungan bathimetri pada Bathial Bawah.

4.2.3.3 Interpretasi Fasies

Penciri endapan turbidit yakni dengan adanya interval pada Bouma *sequence* (1962) yang sering dijumpai, antara lain hadirnya interval T-a, struktur sedimen berupa

perlapisan bersusun di beberapa tempat pada litologi batupasir, pada struktur sedimen perlapisan bersusun, menceritakan mengenai proses sedimentasi yang terjadi setelah arus kehilangan tenaga (dalam hal ini adalah *channel* pada kipas bawah laut), dan yang mula – mula di endapkan pada bagian bawah adalah ukuran butir yang lebih kasar, kemudian pada bagian atas akan mengendap butiran - butiran yang lebih halus. Sehingga butir – butir kasar akan mengendap lebih dahulu daripada butiran - butiran yang lebih halus, dan struktur sedimen yang terbentuk adalah perlapisan bersusun. Interval Td, pada litologi batupasir vulkanik dengan ukuran butir halus – kasar memiliki struktur sedimen perlapisan, laminasi sejajar dan interval Te yakni batulempung.

Berdasarkan pada konsep Mutti (1992), kenampakan struktur sedimen dan karakteristik butiran dan ketebalan lapisan maka dapat digolongkan menjadi 9 kelompok, yakni F1 yang merupakan litologi dengan butiran paling kasar seperti konglomerat, hingga F9 berupa litologi berbutir halus, seperti pasir halus hingga yang lebih halus yakni lempung. Pada Profil Tapansari ini, kelompok fasies yang dapat diidentifikasi yaitu *Fine Grained Facies (FGF)*, yang berkembang adalah fasies F7, F8 dan F9. Endapan – endapan pada fasies F7 dengan karakteristik lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar, lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan dari hasil *traction carpet* yang menunjukkan kecenderungan butir yang menghalus ke atas. Endapan – endapan pada fasies F8 merupakan salah satu endapan yang paling ideal dengan tipe endapan pada sikuen Bouma, yang terdiri atas struktur sedimen tertentu, dan ukuran butir dari pasir sedang – pasir halus, kecenderungan penghalusan ke atas (*graded bedding*) dapat hadir jika arus yang mentransport dan material yang tertransport dapat memenuhi persyaratannya. Kemudian endapan – endapan pada fasies F9 terbentuk oleh endapan berbutir sangat halus dengan struktur laminasi sejajar yang dibatasi oleh batulempung berstruktur masif.

Menurut Walker (1978), adanya asosiasi interval Bouma termasuk kedalam kelompok *classical turbidite* (CT) yang menunjukkan penebalan keatas. Struktur sedimen yang berkembang antara lain perlapisan, laminasi sejajar dan perlapisan bersusun.

Dari keseluruhan hasil analisa diatas, maka penulis dapat menginterpretasikan bahwa fasies pengendapan lintasan profil Tapansari merupakan endapan turbidit yang berada pada suatu bagian kipas bawah laut, yakni pada bagian *smooth portion of suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).

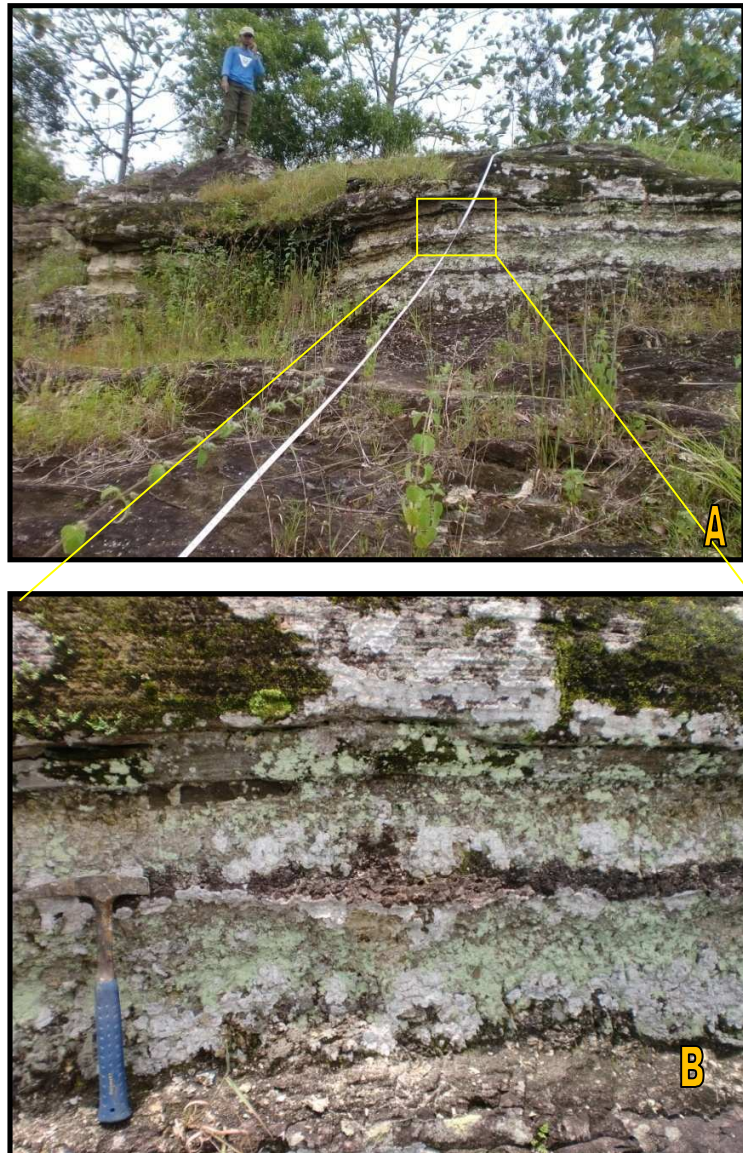


Foto 4.10: (A) Singkapan batupasir Vulkanik, foto singkapan diambil pada Lp-94, arah kamera N322°E, dengan kedudukan lapisan batuan N234°E/19°. (B) kenampakan perselingan batupasir vulkanik dan batulempung.

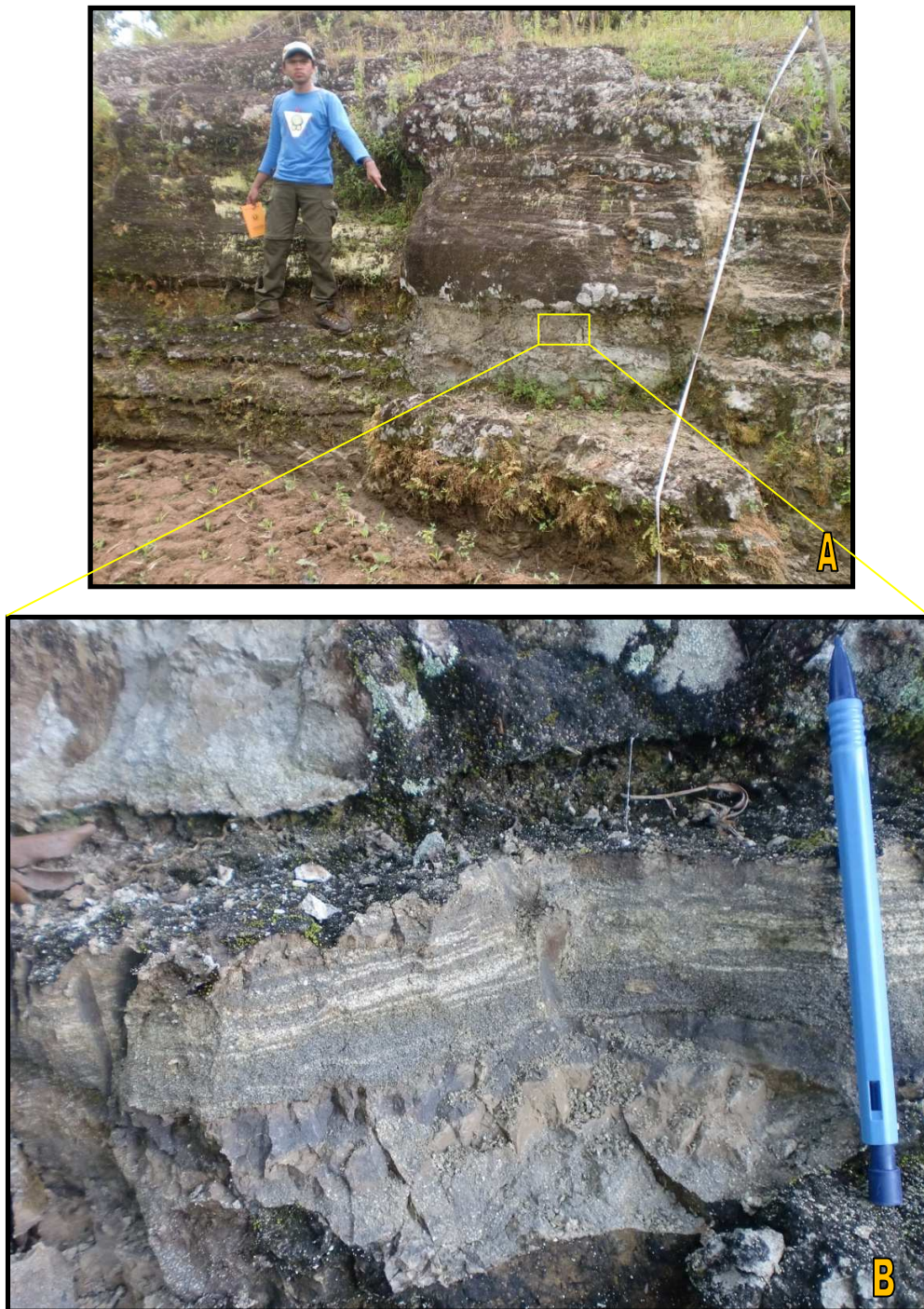


Foto 4.11: (A) Singkapan batupasir Vulkanik, Lokasi singkapan pada Lp-94, arah kamera N322°E, dengan kedudukan lapisan batuan N234°E/19°. (B) kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir vulkanik berbutir sedang (merupakan interval d, pada sikuen bouma).

4.2.4 Profil Joho, Desa Kalitekuk

4.2.4.1 Lokasi

Singkapan pada lintasan profil Joho yaitu pada Lp-78, Lp-80, Lp-77 dan Lp-73 yang merupakan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, relatif berada pada bagian selatan lokasi penelitian dan lokasi profil berada dekat persawahan dan pemukiman.

4.2.4.2 Litologi

Pada lintasan ini, singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan tebal total 2,55m dengan litologi penyusunnya adalah perselang-selingan antara batupasir vulkanik dengan batulempung, beberapa kenampakan struktur sedimen adalah masif, perlapisan, perlapisan bersusun, laminasi dan laminasi bergelombang.

Batupasir vulkanik gampingan, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sedang ($1/4 - 1/2\text{mm}$) – kasar ($1/2 - 1\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 5-25cm, komposisi mineral: kuarsa, tuff, plagioklas, semen gampingan. Struktur sedimen perlapisan, laminasi dan laminasi bergelombang.

Batulempung, berwarna coklat terang, ukuran butir lempung ($<1/256\text{mm}$), tebal lapisan 4-10cm, komposisi: mengandung kuarsa, semen silika, perlapisan.

Batupasir vulkanik, berwarna coklat cerah, berbutir pasir halus ($1/8 - 1/4\text{mm}$) - sedang ($1/4 - 1/2\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung – membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 2-25cm, komposisi mineral: kuarsa, plagioklas, mineral mafik, semen silika. Struktur sedimen perlapisan.

Dari hasil analisa mikropaleontologi yang dilakukan pada batupasir vulkanik gampingan (lihat lampiran analisa mikropaleontologi), didapatkan umur N7 - N9 (Miosen Awal - Miosen Tengah) dengan lingkungan bathimetri pada Bathial Bawah.

4.2.4.3 Interpretasi Fasies

Pada lintasan Joho, yakni pada Lp-78, Lp-80, Lp-77 dan Lp-73 dilakukan analisa profil detail, karena pada singkapan tersebut sangat mencerminkan suatu ciri – ciri endapan turbidit yakni dengan adanya interval pada Bouma *sequence* (1962) yang sering dijumpai, antara lain hadirnya interval T-a, struktur sedimen berupa perlapisan bersusun di beberapa tempat pada litologi batupasir, pada struktur sedimen perlapisan bersusun, menceritakan mengenai proses sedimentasi yang terjadi setelah arus kehilangan tenaga (dalam hal ini adalah *channel* pada kipas bawah laut), dan yang mula – mula di endapkan pada bagian bawah adalah ukuran butir yang lebih kasar, kemudian pada bagian atas akan mengendap butiran - butiran yang lebih halus. Sehingga butir – butir kasar akan mengendap lebih dahulu daripada butiran - butiran yang lebih halus, dan struktur sedimen yang terbentuk adalah perlapisan bersusun. Kemudian interval T-b, struktur sedimen berupa laminasi sejajar dengan ukuran butir pasir sedang pada litologi batupasir vulkanik gampingan. Interval T-c dengan adanya struktur sedimen berupa laminasi bergelombang. Interval Td, pada litologi batupasir dengan ukuran butir halus, memiliki struktur sedimen laminasi sejajar, dan interval Te yakni batulempung.

Berdasarkan pada konsep Mutti (1992), kenampakan struktur sedimen dan karakteristik butiran dan ketebalan lapisan maka dapat digolongkan menjadi 9 kelompok, yakni F1 yang merupakan litologi dengan butiran paling kasar seperti konglomerat, hingga F9 berupa litologi berbutir halus, seperti pasir halus hingga yang lebih halus yakni lempung. Pada Profil Joho ini, kelompok fasies yang dapat diidentifikasi yaitu *Fine Grained Facies (FGF)*, yang berkembang adalah fasies F7, F8 dan F9. Endapan – endapan pada fasies F7 dengan karakteristik lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar, lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan dari hasil *traction carpet* yang menunjukkan kecenderungan butir yang menghalus ke atas. Endapan – endapan pada fasies F8 merupakan salah satu endapan yang paling ideal dengan tipe endapan pada sikuen Bouma, yang terdiri atas struktur sedimen tertentu, dan ukuran butir dari pasir sedang – pasir halus, kecenderungan penghalusan ke atas (*graded bedding*) dapat hadir

jika arus yang mentransport dan material yang tertransport dapat memenuhi persyaratannya. Kemudian endapan – endapan pada fasies F9 terbentuk oleh endapan berbutir sangat halus dengan struktur laminasi sejajar yang dibatasi oleh batulempung berstruktur masif.

Menurut Walker (1978), adanya asosiasi interval Bouma termasuk kedalam kelompok *classical turbidite* (CT) yang menunjukkan penebalan keatas. Struktur sedimen yang berkembang antara lain perlapisan, laminasi sejajar dan perlapisan bersusun.

Dari keseluruhan hasil analisa diatas, maka penulis dapat menginterpretasikan bahwa fasies pengendapan lintasan profil Joho merupakan endapan turbidit yang berada pada suatu bagian kipas bawah laut, yakni pada bagian *smooth portion of suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).



Foto 4.12: Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, perlapisan baik antara batulempung dengan batupasir vulkanik, kedudukan lapisan batuan N052°E/6°, arah kamera N096°E. Foto diambil pada Lp-77 Daerah Joho Desa Kalitekuk kebun warga.

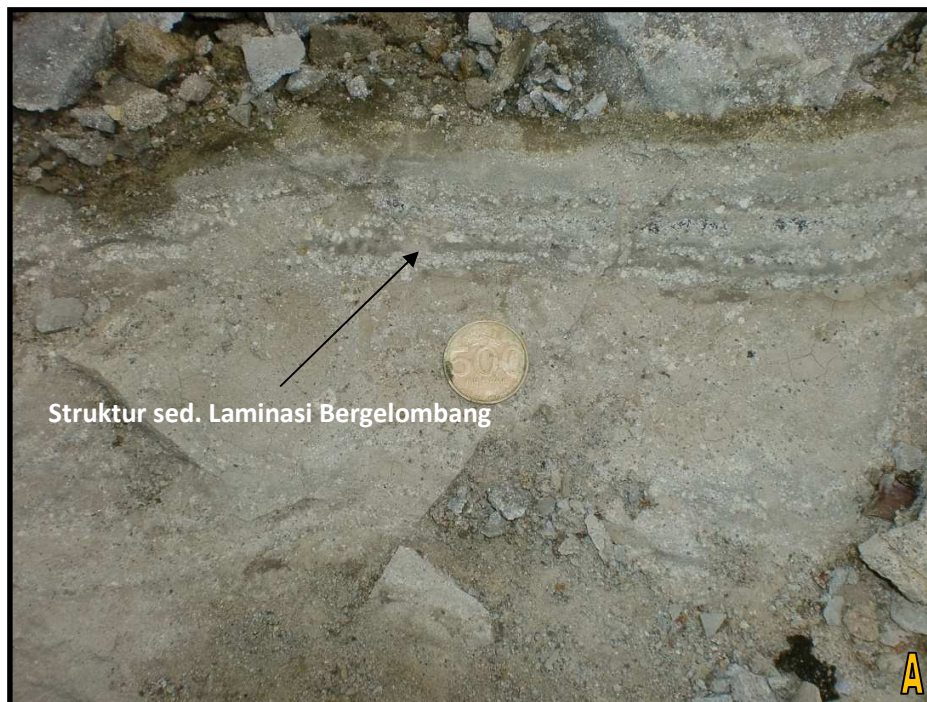


Foto 4.13: (A) Kenampakan struktur sedimen laminasi bergelombang, pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval c, pada sikuen bouma). (B) Kenampakan struktur sedimen laminasi, pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval d, pada sikuen bouma).

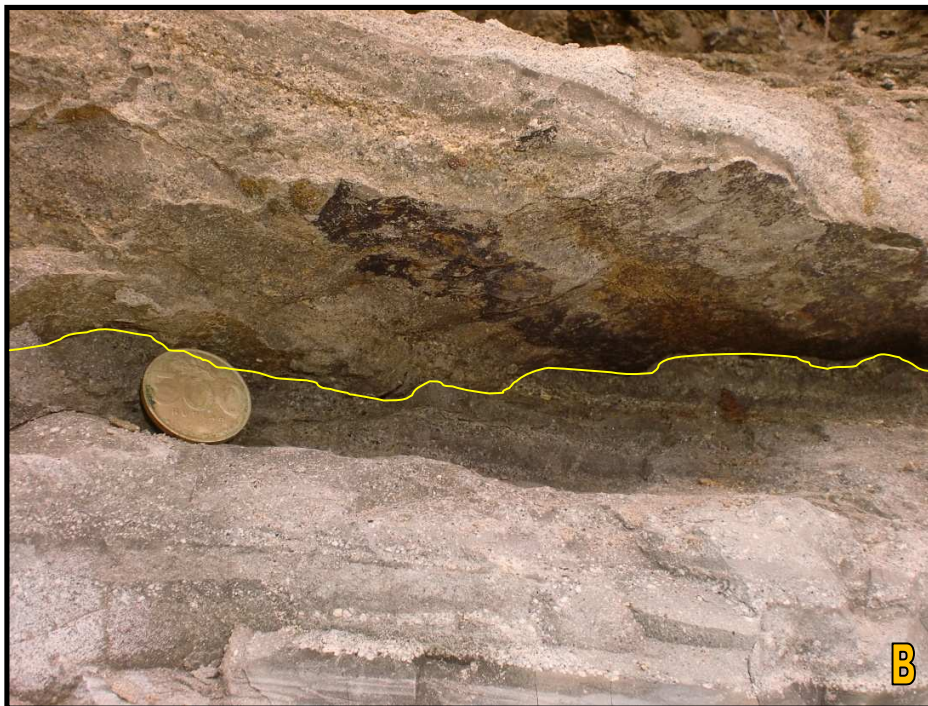


Foto 4.14: (A) Kenampakan struktur sedimen *graded bedding*, pada batupasir gampingan berbutir sedang (merupakan interval a, pada sikuen bouma). (B) Foto batupasir vulkanik gampingan berbutir sedang, dijumpai hasil erosi akibat penggerusan arus turbid (lihat garis kuning).



Foto 4.15: Singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir yaitu perselingan antara batupasir vulkanik dan batulempung pada Lp-78. Kedudukan lapisan batuan $N064^{\circ}E/13^{\circ}$, arah kamera $N195^{\circ}E$, terlihat adanya lapisan berupa penebalan ke atas.

4.2.5 Profil Gelaran, Desa Kampung Kidul

4.2.5.1 Lokasi

Singkapan pada lintasan profil Gelaran yaitu pada Lp-10, Lp-15 dan Lp-14 yang merupakan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, relatif berada pada bagian utara lokasi penelitian dan lokasi profil berada dekat pemukiman.

4.2.5.2 Litologi

Pada lintasan ini, singkapan Satuan Batupasir Vulkanik Semilir dengan tebal total 3,58m dengan litologi penyusunnya adalah batupasir vulkanik, beberapa kenampakan struktur sedimen adalah masif, dan laminasi.

Batupasir vulkanik, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sangat halus ($1/4 - 1/2\text{mm}$) - halus ($1/8 - 1/4\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung – membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 8-50cm, komposisi mineral: kuarsa, plagioklas, mineral mafik, semen silika. Struktur sedimen perlapisan, laminasi.

Batupasir vulkanik gampingan, berwarna coklat cerah, berbutir pasir sedang pasir sangat halus ($1/4 - 1/2\text{mm}$) - halus ($1/8 - 1/4\text{mm}$), terpilah buruk, membundar tanggung - membundar, kms:terbuka. tebal lapisan antara 10-20cm, komposisi mineral: kuarsa, tuff, plagioklas, semen gampingan. Struktur sedimen perlapisan.

Dari hasil analisa mikropaleontologi yang dilakukan pada batupasir vulkanik gampingan (lihat lampiran analisa mikropaleontologi), didapatkan umur N5 (Miosen Awal) dengan lingkungan bathimetri pada Bathial Atas – Bathial Bawah.

4.2.5.3 Interpretasi Fasies

Pada lintasan Gelaran, yakni pada Lp-10, Lp-15 dan Lp-14 dilakukan analisa profil detail tetapi ciri – ciri endapan turbidit yakni dengan adanya interval pada Bouma

sequence (1962) tidak dijumpai karena merupakan klasifikasi *massive sandstone* (Walker, 1973).

Berdasarkan pada konsep Mutti (1992), kenampakan struktur sedimen dan karakteristik butiran dan ketebalan lapisan maka dapat digolongkan menjadi 9 kelompok, yakni F1 yang merupakan litologi dengan butiran paling kasar seperti konglomerat, hingga F9 berupa litologi berbutir halus, seperti pasir halus hingga yang lebih halus yakni lempung. Pada Profil Joho ini, kelompok fasies yang dapat diidentifikasi yaitu *Fine Grained Facies (FGF)*, yang berkembang adalah fasies F7. Endapan – endapan pada fasies F7 dengan karakteristik lapisan tipis dari batupasir yang relatif kasar, lapisan horizontal pada bagian dasar aliran dapat diindikasikan dari hasil *traction carpet* yang menunjukkan kecenderungan butir yang mengkasar dan menebal ke atas.

Menurut Walker (1978), adanya asosiasi interval Bouma termasuk kedalam kelompok *massive sandstone* (MS) yang menunjukkan penebalan keatas. Struktur sedimen yang berkembang antara lain perlapisan dan laminasi sejajar.

Dari keseluruhan hasil analisa diatas, maka penulis dapat menginterpretasikan bahwa fasies pengendapan lintasan profil Joho merupakan endapan turbidit yang berada pada suatu bagian kipas bawah laut, yakni pada bagian *smooth to channelled portion of suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).

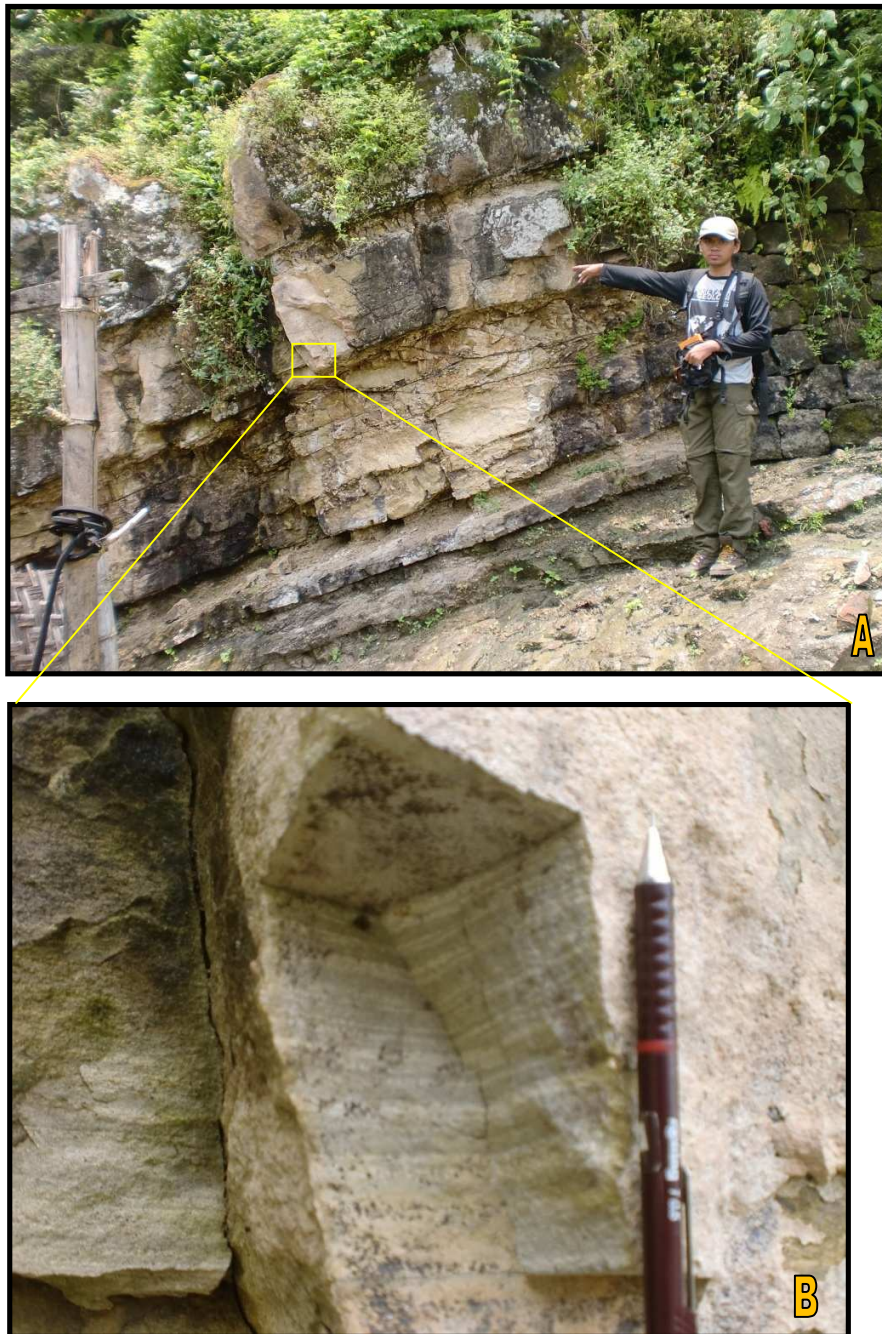


Foto 4.16: (A) Singkapan batupasir vulkanik yang merupakan *massive sandstone* (Walker,1978), Foto diambil pada Lp-10, Daerah Gelaran, Desa Kampung Kidul, terletak di samping rumah warga. (B.) Kenampakan struktur sedimen laminasi.

4.1.6 Fasies Endapan Turbidit dan Endapan Klastik Kasar Asosiasinya Daerah Penelitian

Dari hasil analisa profil secara keseluruhan pada daerah telitian sesuai dengan kenampakan lapangan terhadap Satuan Batupasir Semilir ini serta mengacu pada panduan mengenai mekanisme pengendapan dengan sistem turbidit maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisa profil dari utara – selatan.
 - a. Dari hasil analisa profil utara – selatan yaitu pada Profil Lintasan Gelaran, Profil Lintasan Kali Lunyu dan Profil Lintasan Joho pada Satuan Batupasir Semilir ini berkembang mekanisme pengendapan dengan sistem turbidit yang ditandai dengan hadirnya lapisan penciri turbidit (*Bouma Sequence, 1962*) walaupun tidak dalam satu singkapan yang utuh dan lengkap.
 - b. Sesuai dengan fasies turbidit yang dikemukakan oleh Mutti, 1992 diketahui bahwa fasies yang berkembang pada bagian utara - selatan daerah telitian ini termasuk dalam *Very Coarse Grain Fasies* (F1 dan F2) kemudian berangsur berubah pada profil bagian selatan menjadi *Fine Grain fasies* (F7, F8 dan F9).
 - c. Menurut model pengendapan kipas bawah laut (Walker, 1978) dapat dilihat dari keseluruhan profil yaitu pada bagian bawah profil berkembang fasies *Smooth to Channelled Portion of Suprafan Lobes* kemudian berubah menjadi fasies *Smooth portion of Suprafan Lobes* , hal ini menandakan bahwa adanya perubahan *channel* pada saat pengendapan Satuan Batupasir Semilir kemungkinan dikarenakan oleh adanya pengurangan jumlah material sedimen yang tertransport serta adanya perbedaan kuat arus pendorong material tersebut. Pada profil ini menunjukkan adanya transgresi ditunjukkan dengan material berukuran butir kasar yang menunjukkan pengurangan material yang diendapkan, naiknya muka air laut ditambah dengan penurunan cekungan. Endapan – endapan diatasnya juga berubah menjadi endapan – endapan material yang sumbernya lebih jauh akibat proses transgresi. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya *classical turbidites* pada bagian selatan yaitu pada lapisan yang lebih muda.

- d. Dari analisa fosil diketahui bahwa Satuan Batupasir Semilir ini terendapkan pada kedalaman Bathial Atas – Bathial Bawah pada kala Miosen Awal – Miosen Tengah (N5 – N9).
2. Hasil analisa profil dari barat – timur.
- a. Dari hasil analisa profil barat – timur yaitu pada Profil Lintasan Tapansari, Profil Lintasan Kali Lunyu dan Profil Lintasan Bendung pada Satuan Batupasir Semilir ini berkembang mekanisme pengendapan dengan sistem turbidit yang ditandai dengan hadirnya lapisan penciri turbidit (*Bouma Sequence, 1962*) walaupun tidak dalam satu singkapan yang utuh dan lengkap.
- b. Sesuai dengan fasies turbidit yang dikemukakan oleh Mutti, 1992 diketahui bahwa fasies yang berkembang pada bagian barat - timur daerah telitian ini termasuk dalam *Fine Grain Facies* (F7 dan F8), *Very Coarse Grain Facies* (F1 dan F2) kemudian semakin ke timur menjadi *Very Coarse Grain Facies* (F1) pada bagian bawah dan *Fine Grain Facies* (F7 dan F8) pada bagian atas.
- c. Menurut model pengendapan kipas bawah laut (Walker, 1978) dapat dilihat dari keseluruhan profil yaitu pada bagian bawah profil berkembang fasies *Smooth portion of Suprafan Lobes* kemudian berubah menjadi fasies *Smooth to Channelled Portion of Suprafan Lobes* pada bagian timur, hal ini menandakan bahwa adanya perkembangan *channel* pada bagian timur. Pada saat pengendapan Satuan Batupasir Semilir kemungkinan dikarenakan oleh adanya perbedaan sumber material yang diendapkan pada profil lintasan bagian barat dan bagian timur. Pada bagian barat sumber materialnya relatif jauh ditandai dan *channel* sudah tidak berkembang lagi ditandai dengan munculnya *classical turbidites*, pada bagian barat *channel* masih berkembang ditandai dengan material – material fraksi kasar yang diendapkan. Pada profil ini secara lateral menunjukkan adanya perbedaan perkembangan *channel*.
- d. Dari analisa fosil diketahui bahwa Satuan Batupasir Semilir ini terendapkan pada kedalaman Bathial Atas – Bathial Bawah pada kala Miosen Awal – Miosen Tengah (N7 – N9).

Dari hasil analisa profil detail di beberapa lokasi pada daerah penelitian, ditemukan struktur sedimen berupa perlapisan, perlapisan bersusun, laminasi, laminasi

bergelombang, silang siur dan masif. Dengan variasi litologi antara lain perselingan batupasir vulkanik dengan batulempung, batupasir vulkanik gampingan, batupasir vulkanik kerikilan dan breksi polimik merupakan beberapa bagian dari sikuen bouma, interval a-e. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fasies pengendapan yang terdapat pada Satuan Batupasir Vulkanik di daerah penelitian merupakan suatu bagian kipas bawah laut, yakni di bagian *suprafan lobes on mid fan* (Walker, 1978).

4.3. Potensi Geologi

Pada daerah penelitian terdapat beberapa potensi geologi, namun potensi geologi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu potensi geologi positif dan potensi geologi negatif. Potensi geologi positif merupakan, suatu potensi geologi pada suatu daerah tertentu yang dapat dimanfaatkan dan menguntungkan manusia, contohnya seperti bahan galian. Potensi geologi negatif yakni potensi geologi yang merugikan penduduk sekitar, sehingga dapat memicu terjadinya bencana alam.

4.3.1 Potensi Geologi Positif

4.3.1.1 Penambangan Batu

Pada daerah penelitian terdapat beberapa potensi geologi, pada lokasi penelitian merupakan daerah yang didominasi oleh lithologi batupasir vulkanik yang sangat baik diusahakan sebagai bahan galian industri dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan untuk pembuatan jalan penghubung antar desa, pondasi maupun pembuatan tanggul sungai. Proses penambangannya masih berupa cara tradisional dengan menggunakan alat berupa palu dan pahat saja (Lihat Foto 4.17). Penambangan batupasir vulkanik termasuk dalam bahan galian golongan C.



Foto 4.17: Penambangan batupasir vulkanik yang digunakan warga sebagai bahan bangunan, berada di bagian utara lokasi penelitian yaitu Lp-2 Desa Kampung Kidul, X: 465451, Y:9135763 arah kamera menghadap ke utara.

4.3.2 Potensi Geologi Negatif

4.3.2.1 Tanah Longsor

Litologi pada daerah penelitian didominasi oleh batupasir vulkanik, yakni Satuan Batupasir Semilir. Tingkat curah hujan yang tinggi pada daerah penelitian menyebabkan tingkat pelapukan yang tinggi, sehingga pada litologi – litologi yang kurang resisten dengan sudut kelerengan yang besar dan kontrol struktur kekar yang berada disekitar wilayah tersebut dapat berpotensi menimbulkan adanya tanah longsor. Tanah longsor merupakan potensi geologi negatif.



Foto 4.18: Gerakan tanah yang terjadi pada barat daerah penelitian (berada di luar kapling daerah penelitian) dengan koordinat X:462786 ; Y:9136040, Arah kamera N 097⁰ E. Gerakan tanah yang terjadi adalah tipe translasi, longsor massa tanah bergerak dengan bidang luncur yang relatif datar, massa tanah yang bergerak menumpuk di bagian bawah.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada beberapa bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian, yaitu pola pengaliran *trellis*, *subdendritik* dan *angulate*.
2. Secara geomorfik, daerah penelitian dibagi menjadi dua satuan bentukan asal, yakni satuan geomorfik bentukan asal struktural dan satuan geomorfik bentukan asal fluvial. Satuan geomorfik bentukan asal struktural terdiri dari : Subsatuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (S1), Subsatuan Geomorfik Perbukitan Antiklin (S2), Subsatuan Geomorfik Perbukitan Sinklin (S3) dan Subsatuan Geomorfik Lembah Sinklin (S4). Satuan geomorfik bentukan asal fluvial terdiri dari : Subsatuan Tubuh Sungai (F1) dan Subsatuan Dataran Aluvial (F2)
3. Struktur geologi pada daerah penelitian memiliki kondisi yang cukup kompleks, akan tetapi tidak mudah untuk menemukan data struktur geologi yang lengkap, hal ini dikarenakan kondisi singkapan batuan yang telah mengalami pelapukan dengan intensitas yang tinggi. Beberapa struktur geologi yang telah diidentifikasi berdasarkan data bidang sesar dan kekar – kekar di daerah sesar, dan adanya kenampakan *offset*. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada daerah penelitian terdapat beberapa struktur geologi yakni Struktur Sesar Mendatar Bendung dengan hasil analisa diperoleh penamaan *Left Slip Fault* dan Struktur Sesar Mendatar Kali Lunyu, namun pada daerah ini tidak ditemukan adanya bidang sesar dikarenakan erosi yang bekerja cukup kuat sehingga penulis menarik sesar diperkirakan. Sesar diperkirakan berjenis sesar mendatar kiri yang dilihat dari kelurusan sumbu lipatan dan pembelokan sungai yang tiba-tiba yang menunjukkan sesar mendatar kiri. Pada daerah telitian juga terdapat lipatan antara lain Antiklin Kalangan dengan hasil analisa diperoleh penamaan *Upright Horizontal Fold*, Antiklin Tapansari dengan hasil analisa diperoleh penamaan *Upright Horisontal Fold*, Sinklin Batusari dengan hasil analisa diperoleh penamaan *Upright Horisontal Fold*, dan Sinklin Gudang dengan hasil analisa diperoleh penamaan *Upright Horisontal Fold*.

4. Pada daerah penelitian, didapatkan empat satuan batuan yaitu Satuan Batupasir Vulkanik Semilir berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, pada lingkungan Bathial atas – Bathial Bawah. Satuan Breksi Nglanggran berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, pada lingkungan Bathial atas – Bathial Bawah. Satuan Batugamping Kepek berumur Miosen Akhir – Pliosen Awal pada lingkungan Neritik Tepi – Neritik Luar, dan Satuan Pasir Lepas berumur berumur Holosen.
5. Dari hasil analisa pada beberapa lintasan profil di daerah penelitian, maka Satuan Batupasir Vulkanik Semilir merupakan fasies endapan turbidit dan endapan klastik kasar asosiasinya:
 - *Smooth portion of suprafan lobes* (Walker,1978) yang dicirikan adanya penebalan ke atas, terdapat asosiasi dengan *classical turbidites* (CT) yakni munculnya sikuen Bouma(1962) dapat lengkap atau tidak, dominasi *lithofasies* F8 lebih berkembang baik dibanding F7 dan F9 dari sembilan *lithofasies* F1 hingga F9, yang umumnya terbentuk pada daerah *mid fan* (konsep Mutti, 1992). Dalam sikuen progradasi, pada bagian atas terdapat *massive sandstone* (MS), berupa singkapan batupasir berukuran sedang hingga sangat kasar dengan tebal lebih dari 50cm.
 - *Channelled to smooth portion of suprafan lobes* (Walker,1978) terdapat *classical turbidites* (CT) dan *massive sandstone* (MS), namun asosiasinya adalah hadirnya *pebbly sandstone* (PS) dan *conglomerates* (CGL) yakni batupasir kerikilan dan breksi yang mengindikasikan bahwa terjadi penchannelan, batupasir kerikilan tidak dideskripsi dengan sikuen Bouma, namun berdasarkan konsep mutti (1992), termasuk dalam F2, yakni produk yang dihasilkan dari proses transportasi dari *debris flow* menuruni lereng yang bercampur dengan fluida sedangkan breksi termasuk dalam F1, yakni produk yang dihasilkan dari *debris flow* atau merupakan endapan channel yang diendapkan pada lereng – lereng kipas bawah laut dan dekat dengan sumber. Endapan – endapan pada fasies F1 dan F2 umumnya terdapat pada *coarse grained turbidite system*. Karakteristik dari endapan-endapan pada fasies F1 dan F2 diantaranya klastika yang berukuran besar mengambang dalam matriks pasir dan klastika yang lebih kasar cenderung berada di bagian bawah.
 - Pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, disimpulkan bahwa satuan ini terendapkan pada lingkungan laut dalam. Endapan klastika kasar dan halus yang membentuknya adalah hasil resedimentasi oleh sistem aliran yang terdiri dari sedimen yang

bergerak turun karena gravitasi (*sediment gravity flow*) yang berkembang dan pada akhirnya menjadi suatu sistem kipas bawah laut. Berdasarkan hasil analisa profil detail beberapa lintasan pada Satuan Batupasir Vulkanik Semilir, maka dapat diinterpretasi bahwa Satuan Batupasir Vulkanik Semilir terendapkan pada fasies *Suprafan Lobes on Mid Fan*.

6. Potensi geologi yang ada pada daerah telitian terdiri dari potensi positif berupa bahan galian golongan C yaitu penambangan batupasir vulkanik. Sedangkan potensi negatif berupa gerakan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandy, O. L., 1967,** "*Cenozoic Planktonic Foraminifera Zonation*".
Micropaleontology, v. 10 n. 1, h. 1-17.
- Blow, W. H., 1969,** "*The Cenozoic Globigerinida, A Study of The Morphology, Taxonomy Evolutionary Relationships and The Stratigraphical Distribution of Some Globigerinida*", E. J. Brill Ed, Leiden, Netherlands.
- Bemmelen, R. W., Van, 1949,** "*The Geology of Indonesia*", vol IA, 2nd ed, The Haque
Martinus Nijhoff, Netherlands.
- Bouma, A. H., 1962,** "*Sedimentology of Some Flysch Deposite, A Graphic Approach to
Fasies Interpretations*". Elsevier Co., Amsterdams, Netherlands.
- Dunham, R. J., 1962,** "*Classification of Carbonat Rock According to Depositional
Texture, in Classification of Carbonat Rocks*". A symposium, AAPG men,
No.1., p 108 – 121.
- Howard, D. A., 1967,** "*Drainage Analysis in Geologic Interpretation*", a Summation,
AAPG. Bull., v.51, no.11 California p.2246 – 2259.
- Koesoemadinata, R. P, 1980,** "*Prinsip – Prinsip Sedimentasi*", Bandung, Penerbit ITB.
- Marshak, S., Mitra, G., 1988,** "*Basic Methods of Structural Geology*", Englewood
cliffs, New Jersey.
- Mutti, E, 1992,** "*Turbidites Sandstones*", Universitas de Parma Italy.
- Prasetyadi, C., Sutarto., Pratiknyo, P., 2009,** "*Geologi Daerah Subduksi Zaman
Kapur Tepi Tenggara Paparan Sunda*", Universitas Pembangunan Nasional
Yogyakarta.

- Selley, R. C., 1985**, *“Ancient Sedimentary Environment”*, Third Edition, Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Surono, 2009**. *“Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah”*. Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Surono, Toha. B dan Sudarno, 1992**. *“Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro”*, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Walker, R. G., & Mutti, E. 1973**, *“Turbidites Facies and Facies Association, Turbidites and Deep Water Sedimentation”*, Pacific Section S.E.P.M. Part IV, p. 119-157.
- Walker, R. G., James, N. P., 1992**, *“Facies Models: Response Sea Level Change”*, Geological Association of Canada, Canada.
- William, H., Turner, J. T., Gilbert, C. M., 1954**, *“Petrography an Introduction to Study Rocks in Thin Section”*, Freeman, W.H. and Co., San Francisco.
- Zuidam, R.A. Van, 1983**, *“Guide to Geomorphologic Aerial Photographys Interpretation and Mapping”*, Enschede The Netherlands, h. 325.